

Impacto de la cirugía para el recambio de prótesis de rodilla en el Sistema Nacional de Salud

Informes de Evaluación de Tecnologías Sanitarias

INFORMES, ESTUDIOS E INVESTIGACIÓN



Impacto de la cirugía para el recambio de prótesis de rodilla en el Sistema Nacional de Salud

Informes de Evaluación de Tecnologías Sanitarias

INFORMES, ESTUDIOS E INVESTIGACIÓN

Impacto de la cirugía para el recambio de prótesis de rodilla en el Sistema Nacional de Salud / Xavier Castells, Mercè Comas, Richard Guerrero, Mireia Espallargues Carreras, Alejandro Allepuz Palau, Santiago Sabatés i Mallorques, Miquel Pons Cabrafiga i Moisès Coll Rivas. Barcelona: Agència de Qualitat i Avaluació Sanitàries de Catalunya, 2014. (Colección: Informes, estudios e investigación / Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Informes de Evaluación de Tecnologías Sanitarias)

1. Prótesis. 2. Cirugía de rodilla. 3. Traumatología. Cirugía.

I. Cataluña. Departament de Salut. Generalitat de Catalunya II. Cataluña. Agència de Qualitat i Avaluació Sanitàries de Catalunya (AQuAS). III. España. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad.

Autoría: Xavier Castells, Mercè Comas, Richard Guerrero, Mireia Espallargues, Alejandro Allepuz, Santiago Sabatés, Miquel Pons, Moisès Coll

Para citar este informe: Castells X, Comas M, Guerrero R, Espallargues M, Allepuz A, Sabatés S, Pons M, Coll M. Impacto de la cirugía para el recambio de prótesis de rodilla en el Sistema Nacional de Salud. Agència de Qualitat i Avaluació Sanitàries de Catalunya; 2014

Edita: Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad
y la Agència de Qualitat i Avaluació Sanitàries de Catalunya

Corrección: Àtona Víctor Igual, S.L.
Fotocomposición: Àtona Víctor Igual, S.L.

Nipo: 680-14-090-5
Depósito Legal: B. 11.163-2014

Este documento puede ser reproducido parcial o totalmente para su uso no comercial, siempre que se cite explícitamente su procedencia.

Impacto de la cirugía para el recambio de prótesis de rodilla en el Sistema Nacional de Salud

Informes de Evaluación de Tecnologías Sanitarias

Este documento se ha realizado al amparo del convenio de colaboración suscrito por el Instituto de Salud Carlos III, organismo autónomo del Ministerio de Economía y Competitividad, y la Agència de Qualitat i Avaluació Sanitàries de Catalunya, en el marco del desarrollo de actividades de la Red Española de Agencias de Evaluación de Tecnologías y Prestaciones del SNS, financiadas por el Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad.

Índice

Autoría	9
Resumen	11
English Abstract	13
Antecedentes	15
Objetivos	17
Metodología	19
1. Concepto de simulación y simulación de eventos discretos	19
2. Modelo de simulación de eventos discretos	20
Resultados de la simulación	33
1. Resultados de la simulación del Escenario 1 (IN2011)	33
2. Estimación de recursos necesarios con el modelo IN2011	35
3. Resultados de la simulación con el modelo RACat	38
4. Estimación de recursos necesarios con el modelo RACat	40
Proyección de la cantidad de artroplastias primarias de rodilla en España	43
1. Escenario 2. Proyección de primarias con la tasa de cirugías por 100.000 habitantes	43
2. Escenario 3. Proyección de artroplastias primarias utilizando la población de mayores de 74 años	49
3. Comparación de los resultados simulados	52
Discusión	57
Conclusiones	61
Anexos	63
1. Anexo 1. Modelo IN2011, simulación de 100 primarias	65
2. Anexo 2. Modelo IN2011, supuesto de mantener los recursos fijos	67

3. Anexo 3. Modelo RACat, simulación de 100 primarias	69
4. Anexo 4. Modelo RACat, supuesto de mantener los recursos fijos	71
5. Anexo 5. Población histórica en España (1991-2012) y población estimada (2013-2051) según sexo y grupo de edad	73
Bibliografía	77

Autoría

Autores

Xavier Castells

*Servicio de Epidemiología y Evaluación, Hospital del Mar, Barcelona,
IMIM (Institut Hospital del Mar d'Investigacions Mèdiques), Barcelona,
Red de Investigación en Servicios de Salud en Enfermedades Crónicas
(REDISSEC).*

Mercè Comas

*Servicio de Epidemiología y Evaluación, Hospital del Mar, Barcelona,
IMIM (Institut Hospital del Mar d'Investigacions Mèdiques), Barcelona,
Red de Investigación en Servicios de Salud en Enfermedades Crónicas
(REDISSEC).*

Richard Guerrero

*Servicio de Epidemiología y Evaluación, Hospital del Mar, Barcelona,
IMIM (Institut Hospital del Mar d'Investigacions Mèdiques), Barcelona.*

Mireia Espallargues Carreras

*Subdirectora Área de Calidad de la Atención Sanitaria, Agencia de Calidad
y Evaluación Sanitarias de Cataluña (AQuAS), CIBER de
Epidemiología y Salud Pública (CIBERESP).*

Alejandro Allepuz Palau

*Coordinador del Registro de Artroplastias de Cataluña, Agencia de Calidad
y Evaluación Sanitarias de Cataluña (AQuAS), Red de Investigación en
Servicios de Salud en Enfermedades Crónicas (REDISSEC).*

Santiago Sabatés i Mallorques

*Adjunto del Servicio de Ortopedia y Traumatología, Hospital Mútua de
Terrassa.*

Miquel Pons Cabrafiga

*Adjunto del Servicio de Ortopedia y Traumatología, Hospital de Sant
Rafael, Barcelona.*

Moisés Coll Rivas

Adjunto del Servicio de Ortopedia y Traumatología, Hospital de Mataró.

Resumen

Antecedentes

En los últimos años ha habido un fuerte incremento de la cirugía de artroplastia de rodilla en países de nuestro entorno en la medida que es una cirugía efectiva, se han ampliado los criterios de indicación, el propio envejecimiento de la población y hay una mayor expectativa y demanda por parte de los pacientes. Consecuencia de esta evolución, se considera que puede haber un incremento relevante de las revisiones y por tanto de los recursos necesarios en las próximas décadas.

Objetivos

El objetivo principal de este estudio es estimar el número de artroplastias primarias de rodilla en los próximos veinte años (2011-2031) en el Sistema Nacional de Salud español (SNS), y el impacto en la carga de artroplastias de revisión con diferentes predicciones de la utilización de primarias y funciones de supervivencia de las prótesis.

Métodos

Se utilizó un modelo de simulación de eventos discretos para representar la utilización de artroplastias primarias de rodilla y la supervivencia de las prótesis en un horizonte de simulación de veinte años en el SNS español. El número de artroplastias primarias y de revisiones por año entre 1997 y 2011 se obtuvo del Conjunto Mínimo Básico de Datos (CMBD) (431.349 primarias y 42.111 revisiones).

La utilización futura de cirugías primarias se predijo utilizando diferentes metodologías: número constante de primarias a partir de 2011, tasa constante de primarias desde 2011 aplicada a las predicciones crecientes de población y relación lineal entre utilización y población. Estos tres escenarios se combinaron con dos funciones de supervivencia de las prótesis. Una de ellas calculada a partir de datos de un estudio de investigación que incluyó artroplastias primarias realizadas entre los años 1995 y 2000 y la otra estimada con los datos del Registro Catalán de Artroplastias (RACat), que incluye primarias desde 2005. El modelo se programó con el software Arena (Rockwell Automation) y los resultados que se obtuvieron representaban la utilización futura de artroplastias de rodilla primarias y de revisión, y la futura utilización de recursos utilizando el tiempo de ocupación de quirófano como indicador.

Resultados

Los resultados de la simulación se analizaron a corto (2015) y largo plazo (2030). El total de procedimientos aumenta entre un 0,1 y un 22,3 % a corto plazo, y entre un 3,7 y un 102,8 % a largo plazo, según la combinación de proyecciones de primarias y funciones de supervivencia de las prótesis que se consideren. El incremento en la demanda futura de artroplastia de rodilla representa un aumento de la demanda de recursos entre un 0,6 y un 22,9 % a corto plazo, y entre un 5,6 y un 105,8 % a largo plazo. La proporción máxima de revisiones sobre el total de artroplastias es del 15,1 % a corto plazo y del 22,3 % a largo plazo.

Conclusiones

Las proyecciones sobre la carga de artroplastia de rodilla proporcionan una base cuantitativa para las futuras decisiones políticas relacionadas con la concentración de la actividad de mayor complejidad, el número de cirujanos ortopédicos requeridos para realizar estos procedimientos y la cantidad de recursos precisos para atender esta necesidad. En un sistema público de salud como el español, en el que la demanda de artroplastias es gestionada a través de listas de espera, los resultados presentados en este estudio pueden ser utilizados para definir políticas sanitarias y de planificación de recursos. Además, este estudio establece una metodología mediante la cual es posible evaluar sistemáticamente las proyecciones de cirugía ortopédica a través de actualizaciones regulares en los próximos años.

English Abstract

Background

A relevant increase in the number of knee arthroplasties has been observed in Europe in the last years because of its effectiveness, the broadening of indication criteria, population ageing and higher patient's expectations and demand. As a result, a significant increase in the demand of revision surgery and, therefore, in the need of resources in the coming decades is expected.

Objective

The aim of this study was to predict future utilization of primary knee arthroplasty for the next twenty years (2011-2031) in the Spanish National Health System, and its impact on the burden of revision of knee arthroplasty through the combination of different scenarios of utilization and survival of prostheses.

Methods

A discrete event simulation model was built to represent the utilization of knee arthroplasty and survival of prostheses for a simulation time horizon of twenty years (to 2031). Data on knee arthroplasty utilization in the Spanish National Health System from 1997 to 2011 was obtained from the Minimum Data Set (CMBD) (431,349 primary and 42,111 revision knee arthroplasties). Future primary knee arthroplasty utilization was predicted with three different methodologies: constant number of primary surgeries from 2011, constant rate from 2011 applied to increasing population and linear relationship between utilization and population. These three scenarios were combined with two survival distributions of prostheses. One calculated using data from a research study including primary knee arthroplasties from 1995 to 2000 and the other using data from the Catalan Registry of Arthroplasty, including primary knee arthroplasties from 2005. The model was programmed using Arena (Rockwell Software) and results were obtained on future utilization of primary knee arthroplasty and revision, and future resource use, according to time spent in the operation room.

Results

The simulation results were analyzed at the short-term (2015) and long-term (2030). The total number of arthroplasties will increase between 0.1 % and 22,3 %

at the short-term, and between 3.7 % and 102.8 % at the long-term, depending on the projections of future primary knee arthroplasty utilization and the survival of the prosthesis function considered. Increase in the future knee arthroplasty demand will represent an increase of resource demand between 0.6 % and 22.9 % at the short-term, and between 5.6 % and 105.8 % at the long-term. The maximum proportion of revision was 15.1 % at the short-term and 22.3 % at the long-term.

Conclusions

Projections of the burden of knee arthroplasty provide a quantitative basis for future policy decisions relating to concentration of high complexity procedures, the number of orthopaedic surgeons required to perform these procedures and the number of resources needed. Given that the Spanish health system is public and demand of knee arthroplasty is managed through waiting lists, results of the present study can be used to define health policies and planning of resources. Moreover, the methodology used will allow a systematic evaluation of the projections of orthopaedic surgeries through regular updates in the coming years.

Antecedentes

Las artroplastias de rodilla son procedimientos quirúrgicos efectivos que mejoran la calidad de vida de los pacientes, incrementan su capacidad funcional y reducen el dolor,¹ y representan uno de los procedimientos quirúrgicos más frecuentes en el SNS español. En el caso de Cataluña, por ejemplo, la utilización de este procedimiento se incrementó de forma significativa entre 1992 y 2005, pasando de 0,7 intervenciones por 10.000 habitantes a 15,5.² Este incremento vino acompañado de un aumento del número de intervenciones para la revisión de la prótesis, que pasaron de representar del 3,4 al 7,2 % sobre el total de artroplastias de rodilla.² Al analizar las tasas de artroplastias primarias por comunidades autónomas se observa una cierta variabilidad, lo que podría justificar las diferencias con respecto a la carga de revisión observadas que en 2005 varió entre el 4 y el 12 %.³ Estas diferencias pueden estar relacionadas con la evolución de la indicación de la intervención primaria que hace que las revisiones se acumulen de forma diferente, y también con los resultados de este tipo de intervención quirúrgica a nivel de cada comunidad autónoma.

El principal motivo de indicación de las artroplastias de rodilla y totales de cadera es en general la artrosis que, en España, en el caso de la rodilla afecta a alrededor del 14 % de las mujeres y del 5,7 % de los varones.⁴ En España es posible también la existencia de esta necesidad no cubierta que junto a una mayor esperanza de vida y el envejecimiento de la población hacen previsible que la tendencia de este tipo de intervenciones sea al incremento. En el Reino Unido, con un sistema sanitario similar al español, se estimó en 1996, basándose sólo en la tendencia demográfica de la población y sin tener en cuenta posibles cambios en los criterios de indicación, un 40 % más de intervenciones en 2021.⁶

La cirugía para la revisión de la prótesis puede suponer un impacto importante tanto para la salud de los pacientes como para los costes de la atención sanitaria, ya que se trata de intervenciones con tasas más altas de complicaciones y con estancias hospitalarias más prolongadas. En Estados Unidos se estimó que una reducción de un 1 % de la carga de revisión de artroplastias de cadera y de rodilla podía suponer un ahorro de entre 96 y 211 millones de dólares USA.⁷ Por ello, la simulación de escenarios futuros con respecto a la carga de revisión y su impacto sobre las intervenciones primarias, puede facilitar la adaptación del sistema sanitario a las necesidades a corto y largo plazo de la población.

Objetivos

El objetivo principal de este proyecto es evaluar el impacto de la cirugía para el recambio de las prótesis de rodilla sobre las intervenciones de artroplastias primarias de rodilla en los próximos veinte años en el SNS español.

Para dar cumplimiento a este, se plantean como objetivos específicos:

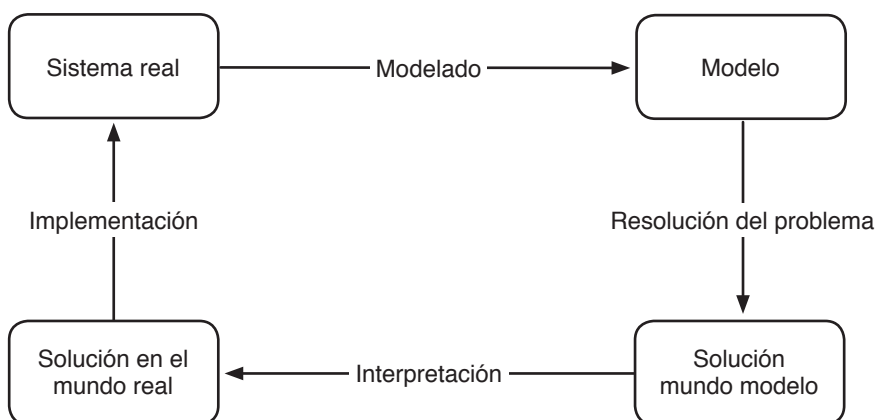
- Estimar la carga de la cirugía para la revisión de la prótesis de rodilla anual para un período de veinte años en el SNS español.
- Evaluar diferentes escenarios de tasas de artroplastias primarias y su efecto sobre la carga de la revisión anual para un período de veinte años en el SNS español.
- Estimar el impacto de la carga de la revisión en la capacidad de realizar artroplastias primarias.
- Estimar la influencia de la tasa de supervivencia de las prótesis sobre la carga de revisiones.

Metodología

1. Concepto de simulación y simulación de eventos discretos

La simulación puede ser definida como el acto de imitar un sistema real, representando las principales características o comportamientos del mismo. Es así como existen dos formas básicas de simulación: real o computacional. Para realizar una simulación partimos de un problema en un sistema real conocido. Con base en este sistema se construye un modelo artificial, el cual se utiliza para resolver el problema. Después de obtener la solución en el dominio del modelo, podemos interpretar los resultados y generar una solución e implementarla en el sistema real. El esquema se presenta en la figura 1.

Figura 1. Esquema de resolución de un problema modelando un sistema real



La simulación computacional puede ser clasificada en estática, continua, o simulación de eventos discretos (SED).

La simulación estática contiene ecuaciones relacionadas entre sí, donde el tiempo se mide considerando intervalos discretos definidos.

En la simulación continua las variables de estado cambian de forma continua en el tiempo. Se utiliza una solución numérica de ecuaciones diferenciales simultáneas. Esta técnica se emplea típicamente en la simulación de procesos químicos, modelos sociales, problemas matemáticos y físicos.

En la SED se generan y administran eventos de manera discreta en el

tiempo, a través de una cola de eventos que se ordena según el tiempo en el cual deben ocurrir. El simulador lee esta cola y ejecuta los eventos.

En este estudio se utiliza la SED, que permite, entre otras cosas, incluir aleatoriedad en el análisis, considerando el efecto de interacciones complejas en el sistema, analizar diferentes alternativas y obtener información para la toma de decisiones respecto a la gestión de un proceso.

La SED se ha desarrollado y utilizado ampliamente en disciplinas como la investigación militar o los sistemas de producción.⁸ Este tipo de modelos tienen más de cincuenta años de historia como la mayor herramienta de la investigación operativa.⁹ En investigación médica se está utilizando cada vez más, aunque otras técnicas menos flexibles, como los árboles de decisión o las cadenas de Markov, se han utilizado desde hace tiempo para el análisis de coste-efectividad de nuevos tratamientos.¹⁰ Sin embargo, aunque estas técnicas permiten analizar la historia natural de una enfermedad y añadir el coste y el beneficio asociado a los tratamientos y su incertidumbre, no son apropiados para modelizar situaciones en que los recursos son escasos, es decir, los individuos no pueden recibir el mismo servicio en el mismo momento.

La principal aplicación de la SED en investigación en servicios sanitarios ha sido la creación de herramientas para la planificación de recursos, aunque también se han utilizado para análisis de coste-efectividad e impacto presupuestario.^{11, 12, 13}

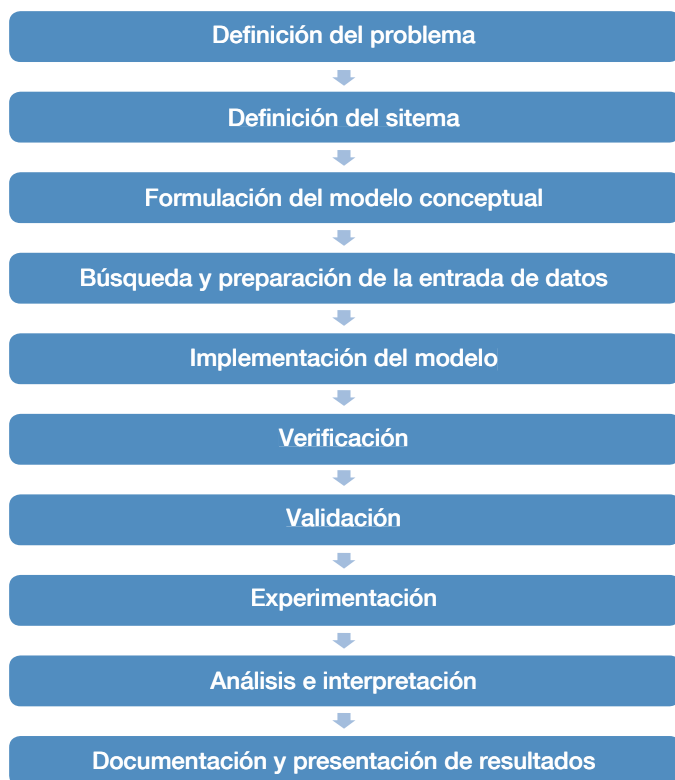
La representación de una realidad y las relaciones entre sus componentes a través de modelos matemáticos permite plantear y comparar diferentes escenarios cuya aplicación en el sistema real sería enormemente costosa. Es por esto por lo que las técnicas de SED permiten la integración de evidencias disponibles y ayudan en la toma de decisiones sobre los sistemas sanitarios sin tener que intervenir en ellos propiamente.

2. Modelo de simulación de eventos discretos

2.1. Pasos del proceso de simulación de eventos discretos

En este proyecto, la ejecución de la SED se lleva a cabo a través de un conjunto de pasos secuenciales, los cuales se presentan en la figura 2.

Figura 2. Pasos del proceso de simulación de eventos discretos



1. **Definición del problema.** Los objetivos del estudio han sido definidos por la Agencia de Calidad y Evaluación Sanitarias de Cataluña (AQuAS).
2. **Definición del sistema.** En esta etapa se determinaron los límites del estudio y las restricciones que se debían utilizar en el momento de formalizar el sistema, se analizó su funcionamiento, se seleccionaron las variables de decisión del modelo y se analizaron sus interacciones, además de definir los supuestos que forman parte de su desarrollo. En esta etapa del proyecto se creó un panel de expertos integrados por cirujanos ortopédicos de los hospitales Mutua de Terrassa, de Sant Rafael y de Mataró, además de epidemiólogos y expertos en modelos de simulación matemática, representantes de la AQuAS, y el Servicio de Epidemiología y Evaluación (Hospital del Mar-IMIM).
3. **Formulación del modelo conceptual.** La formulación del modelo conceptual se realizó a partir de información recogida en las reuniones del panel de expertos y concluyó en el diagrama de flujo del apartado 2.3 de

este capítulo, que representa de manera simplificada las relaciones lógicas del proceso de intervenciones de artroplastias de rodilla en el SNS.

4. **Preparación de la entrada de datos.** En esta etapa se identificaron, reunieron y procesaron los datos de entrada requeridos por el modelo de simulación. Se utilizaron diferentes fuentes de información, las cuales se describen en el apartado 2.6 de este capítulo y se resumen en la tabla 2. Para el análisis de la supervivencia de las prótesis de rodilla se utilizaron fuentes internacionales y nacionales, en función de su validez, precisión y tiempo de seguimiento disponible. Las fuentes habituales son los registros de artroplastias. En España se dispone del Registro de Artroplastias de Cataluña (RACat).^{14, 15}
5. **Implementación del modelo.** Una vez preparados los datos de entrada, se programó el modelo de simulación en el entorno de simulación de eventos discretos ARENA versión 14.0 de Rockwell Software.
6. **Verificación.** En esta etapa se verificó que el modelo de simulación se comporta según la lógica con la cual fue diseñado, comprobando la correcta interpretación y manejo de los datos de entrada.
7. **Validación.** Después de verificar la lógica del modelo se validaron los resultados de las simulaciones del proceso de artroplastias de rodilla, permitiendo extrapolar los resultados al sistema real. La etapa de validación se realizó de forma cualitativa por el equipo de expertos, y de manera cuantitativa al comparar los resultados de las simulaciones con los datos reales de artroplastias de rodilla en el SNS entre los años 1997 y 2011.
8. **Experimentación.** Después de verificar y validar el modelo de simulación, se realizaron experimentos para analizar el comportamiento del sistema frente a diversos escenarios, por ejemplo, diferentes funciones de supervivencia de las prótesis de rodilla, diferentes hipótesis respecto a la cantidad de artroplastias primarias que se pueden realizar en una sesión de cirugía, variaciones en la oferta de cirugías primarias, entre otros.
9. **Análisis e interpretación.** Con los datos obtenidos en la etapa de experimentación se analizaron e interpretaron los resultados, que se resumen en la cantidad de cirugías para la revisión de las prótesis de rodilla a partir de los diferentes escenarios simulados.
10. **Documentación y presentación de los resultados.** Para facilitar la toma de decisiones a partir de los resultados de este estudio, los resultados se presentan en forma global y a través de una simulación estática con una base de cálculo de 100 artroplastias primarias y diferentes escenarios e hipótesis.

Por último se desarrolló la documentación del modelo de simulación desarrollado con el objetivo de facilitar futuras reutilizaciones.

2.2. Horizonte temporal

A partir de un modelo de SED se estima el número absoluto de artroplastias primarias y revisiones en un horizonte de veinte años desde el año 2011 (últimos datos disponibles).

Se plantea un horizonte temporal de veinte años, ya que la supervivencia mínima esperada para un implante es del 90 % a los diez años. Este valor fue propuesto por el National Institute for Clinical Excellence (NICE), que recomienda seleccionar prótesis de cadera si existe suficiente evidencia de que la supervivencia del implante a los diez años es superior al 90 % (categoría 10A), en el caso de que esto no sea así se pide que exista evidencia de que la supervivencia a los tres años sea superior al 97 % (categoría 3A). Estos valores se pueden extrapolar a las prótesis de rodilla.

Para tener en cuenta el número de prótesis primarias de rodilla implantadas en el pasado y que generarán demanda de revisiones durante los veinte años de análisis, la simulación se iniciará en el año 1997 (primeros datos disponibles) y se analizarán los resultados de los últimos veinte años desde 2012 hasta 2013.

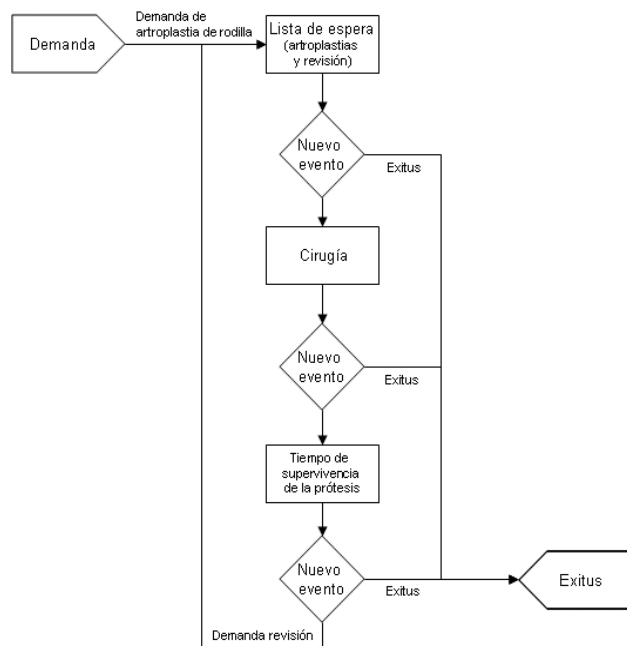
2.3. Modelo conceptual

La formulación del modelo conceptual del proceso de artroplastias primarias y revisiones de rodilla en el SNS se llevó a cabo con información proporcionada por el panel de expertos antes descrito. En la figura 3 se presenta el diagrama de flujo simplificado.

A continuación se presentan las principales etapas del proceso:

1. **Demanda de artroplastias primarias.** El proceso comienza cuando se genera una demanda de intervención quirúrgica para insertar una prótesis de rodilla.
2. **Lista de espera.** Cuando no hay recursos disponibles, se genera una lista de espera de cirugías. Durante el tiempo en el cual los pacientes permanecen a la espera de la intervención, algunos pueden morir, lo cual se modela con el evento Exitus de la figura 3.
3. **Cirugía.** El siguiente paso consiste en la artroplastia de rodilla.
4. **Supervivencia de las prótesis.** Después de la cirugía, el paciente entra en una etapa que se conceptualiza como «tiempo de supervivencia de la prótesis». Una vez transcurrido este tiempo, se genera una demanda de cirugía para la revisión de la prótesis. Si no hay recursos disponibles para la revisión, el paciente vuelve a la lista de espera, que comparte con aquellos pacientes que demandan cirugías primarias, pero con una prioridad mayor.

Figura 3. Modelo conceptual del proceso de artroplastias primarias y revisión de prótesis de rodilla en el SNS



2.4. Asunciones del modelo

Para el modelo de simulación se consideran las siguientes asunciones:

1. La cantidad de primarias realizadas en el SNS se mantendrá constante a partir del año 2011 y hasta el final de la simulación (2031) en el primer escenario simulado, en los dos modelos siguientes, esta cantidad es proyectada.
2. El porcentaje de primarias realizadas a mujeres respecto al total mantendrá la tendencia lineal a la baja observada en la demanda de artroplastias del SNS entre los años 1997 (79 %) y 2011 (70 %), llegando al 59 % en el año 2031.
3. Se consideran los pacientes de 45 o más años.
4. No se analiza el sistema sanitario privado o el flujo de pacientes entre el sector público y privado.
5. Las re-revisiones se consideran como una revisión normal en el modelo.
6. Debido al bajo porcentaje de recambios realizados en dos tiempos, estos procedimientos se consideran como un único tratamiento de recambio.*

* Se analizó el código 80.06 (Artrotomía para retirada de prótesis sin sustitución, rodilla) de la CIE9 en el CMDB de España entre los años 1997 y 2011. El porcentaje promedio

7. Existe una única lista de espera para cirugías primarias y revisiones, las cuales «compiten» por los recursos sanitarios.
8. La primera prioridad de atención es para las revisiones urgentes; a continuación las revisiones no urgentes, y por último las cirugías primarias.
9. El número de artroplastias primarias de rodilla urgentes representa el 0,2 % del total de artroplastias primarias, por lo tanto se consideran como artroplastias primarias normales.*
10. Se asume que el 22 % de las revisiones son urgentes y que este porcentaje se mantiene constante durante todo el período de estudio.**
11. No existe ningún estándar de productividad quirúrgica establecido o consensuado por parte del SNS u otros grupos de expertos. Por otro lado, posiblemente hay una variabilidad hospitalaria importante cuando se analiza la productividad de las áreas quirúrgicas. Debido a esto se consideran dos escenarios de capacidad máxima de una sesión de quirófano. En la primera hipótesis se asume que se pueden realizar dos primarias, o una primaria y una revisión. La segunda hipótesis consiste en asumir que se pueden realizar tres primarias, o una primaria y una revisión por sesión de quirófano.

2.5. Estimación de los parámetros

2.5.1. Artroplastias de rodilla en el SNS

A partir de los datos obtenidos del Conjunto Mínimo Básico de Datos Hospitalarios (CMBD) del SNS español,¹⁶ se obtiene el número de artroplastias primarias y revisiones de rodilla entre los años 1997 y 2011. Para la selección de las primarias se utilizó el código 81.54 de procedimientos de la CIE 9 MC, correspondiente a «Sustitución total de rodilla». Para seleccionar las revisiones se utilizaron los códigos de procedimientos 81.55, 00.80, 00.81, 00.82, 00.83 y 00.84.

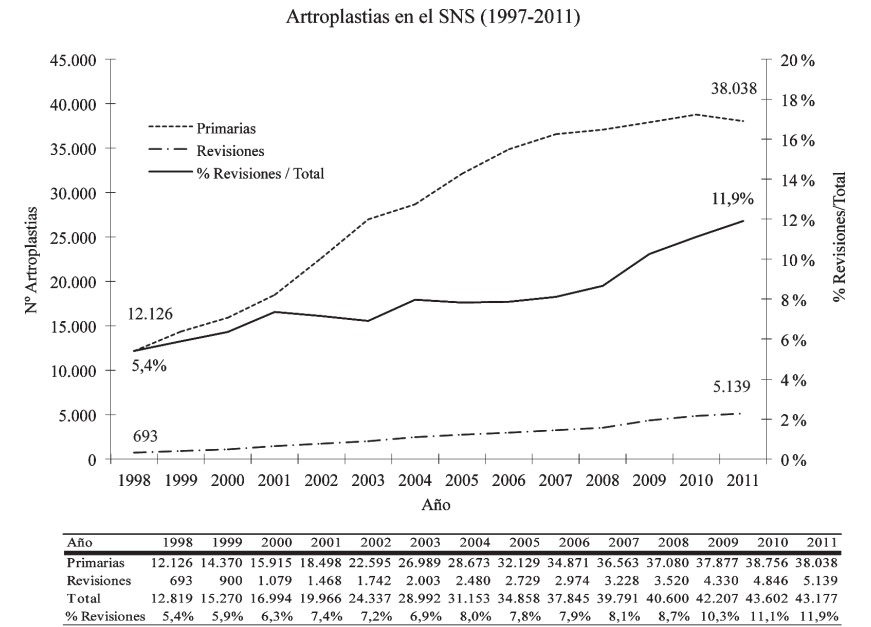
En la figura 4 se presenta el número de procedimientos separados en primarias y revisiones, además del porcentaje de revisiones sobre el total. Se observa que la tendencia al alza de primarias se modifica el año 2009, alcanzando las 38.756 intervenciones, a partir del cual se produce una reducción. Las revisiones mantienen una tendencia al alza, con un valor máximo de 5.139 cirugías el año 2011. Entre los años 1997 y 2011 en el SNS se realizaron 431.349 primarias y 42.111 revisiones.

(min., máx.) de este tipo de procedimientos respecto a las revisiones es de 2,6 % (2,1-3,1 %) y respecto al total de artroplastias es de 2,4 % (1,9-3,1 %).

* Datos obtenidos desde el Registro de Artroplastias de Cataluña (RACat).

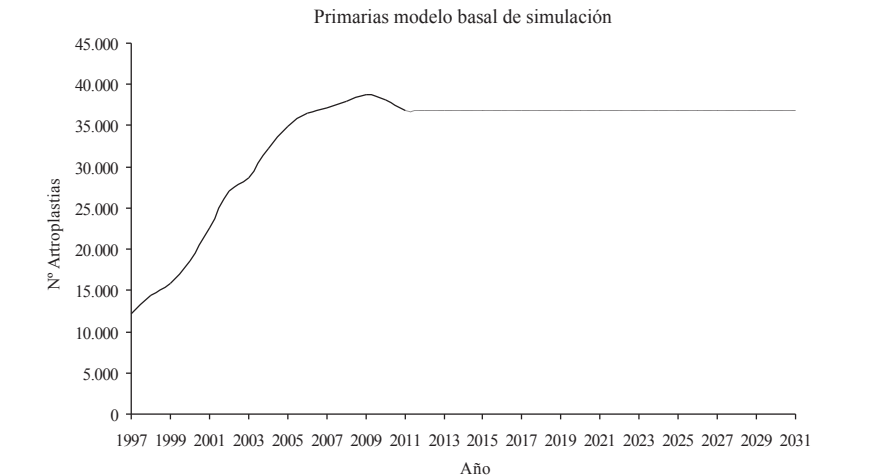
** Datos obtenidos desde el RACat y validado por el grupo de expertos.

Figura 4. Artroplastias primarias y revisiones de rodilla en el SNS entre 1997 y 2011. Porcentaje de revisiones sobre el total



Para el primer modelo de simulación (Escenario 1) se realiza el supuesto de que las artroplastias primarias se mantendrán constantes a partir del año 2011, lo cual se muestra en la figura 5.

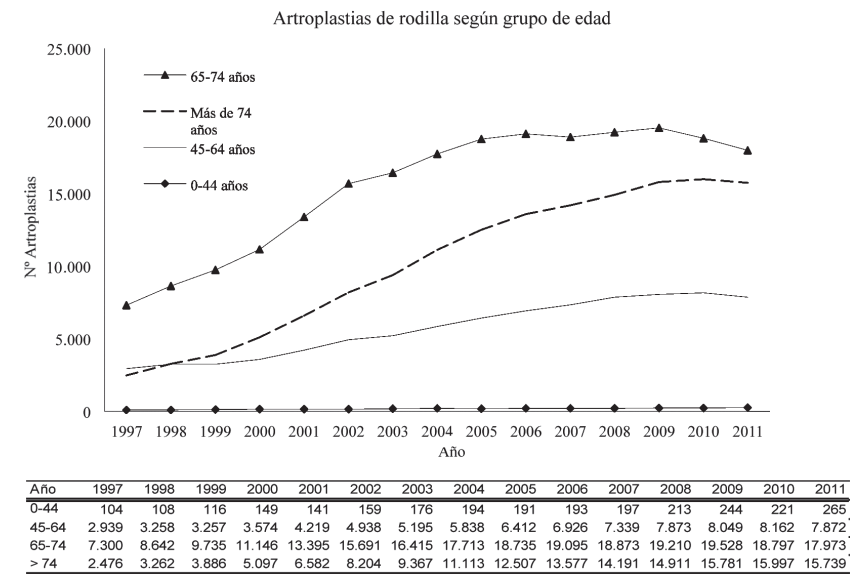
Figura 5. Artroplastias primarias de rodilla para el primer modelo de simulación (Escenario 1)



2.5.2. Artroplastias de rodilla según edad de los pacientes

En la figura 6 se presenta el número total de artroplastias de rodilla clasificadas según el grupo de edad de los pacientes. Se observa que la cantidad de cirugías para el grupo de pacientes entre 0 y 44 años es despreciable (menor al 1 % del total) y por lo tanto no se considera en el análisis. A partir de esta información se selecciona como población de estudio la de 45 años o más.

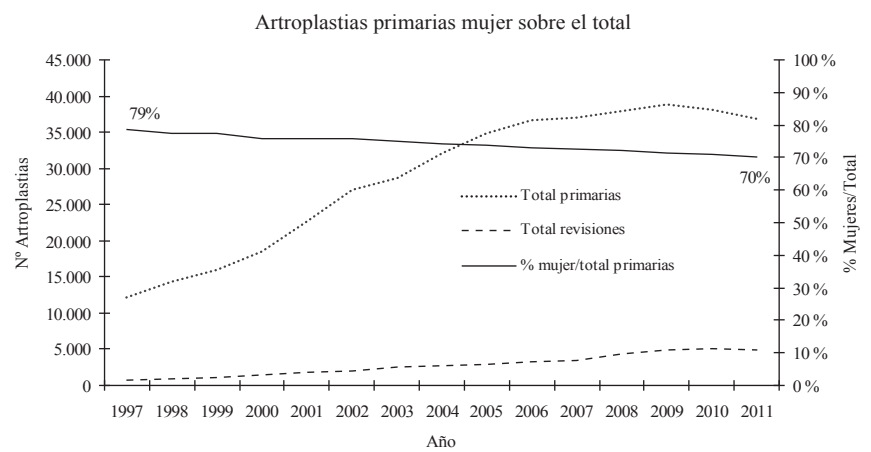
Figura 6. Número total de artroplastias de rodilla según grupo de edad en el SNS (1997-2011)



2.5.3. Porcentaje de primarias realizadas en mujeres

En este apartado se presenta el porcentaje de artroplastias primarias de rodilla realizadas en mujeres en el SNS y obtenido a partir de los datos del CMBD. En la figura 7 se presenta este porcentaje, donde se observa una tendencia lineal a la baja, con el valor máximo el año 1997 (79 %) y el mínimo el año 2011 (70 %). A partir de estos datos se realiza una proyección lineal y se estima que el año 2031 el porcentaje será de 59 %. Este porcentaje es cercano a la relación 60:40 entre artroplastias primarias realizadas en mujeres:hombres que se indica en el registro danés del año 2010.¹⁷

Figura 7. Artroplastias primarias de rodilla en mujeres sobre el total en el SNS (1997-2011)



2.5.4. Tipos de artroplastias de rodilla

En la tabla 1 se presenta la clasificación de las artroplastias de rodilla recomendada por el equipo de cirujanos ortopédicos que participa en el proyecto. Estos datos representan 27.170 procedimientos realizados entre 2005 y 2010 incluidos en el RACat. Se observa que el grupo formado por las artroplastias que conservan el ligamento cruzado posterior (CR) y las estabilizadas posteriores (PS) incluye el 95,2 % de las cirugías. El grupo formado por las artroplastias femoropatelar y unicompartimental femorotibial representan el 2,5 %, y el grupo de otros tipos representa el 2,3 % restante.

Tabla 1. Clasificación de las artroplastias de rodilla según tipo. Datos del RACat (2005-2010)		
Tipo de artroplastias	N	%
Conseva el ligamento cruzado posterior (CR) y estabilizadas posteriores (PS)	25.866	95,2 %
Femoropatelar y Unicompartimental femorotibial	679	2,5 %
Otros	625	2,3 %
Total	27.170	100,0 %

2.5.5. Supervivencia de las prótesis

En este estudio se han considerado las funciones de supervivencia presentadas en tres registros nacionales e internacionales y un estudio de cohortes multicéntrico nacional.

El primero es el Registro de Artroplastias de Cataluña, en adelante **RACat**, creado el año 2005, y en el cual participan 51 centros del Sistema sanitario integral de utilización pública de Cataluña (SISCAT).

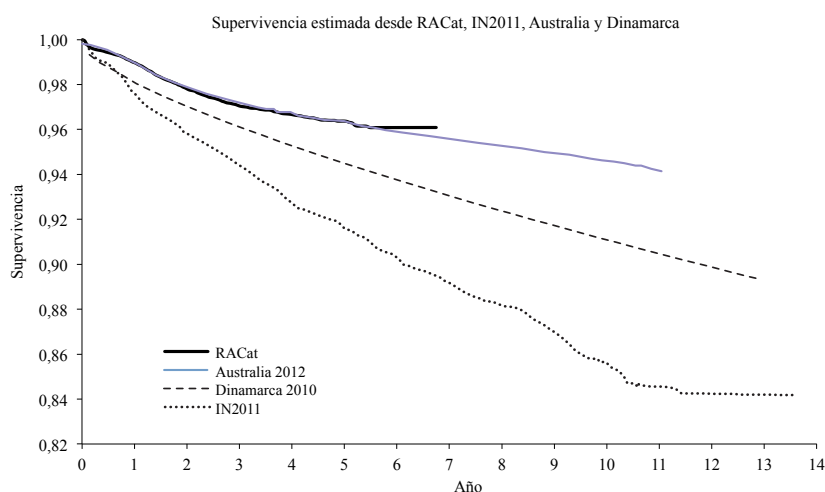
En segundo lugar se considera la función de supervivencia presentada en el estudio titulado *Artroplastias totales de cadera y rodilla en Cataluña. Efectividad y seguridad*, en adelante **IN2011**.¹⁸ Este estudio contiene información registrada entre 2005 y 2010, y en el estudio de la supervivencia se consideraron 29.890 intervenciones, de las cuales 774 tenían información enlazada de la artroplastia primaria y la revisión.

La tercera función de supervivencia se obtiene a partir del registro de artroplastias de **Australia** del año 2012,¹⁹ que contiene intervenciones entre 1999 y 2011.

El último registro utilizado corresponde al de **Dinamarca** del año 2010,²⁰ con intervenciones entre 1997 y 2009.

En la figura 8 se presentan las funciones de supervivencia de las prótesis de rodilla obtenidas a partir de los cuatro registros descritos anteriormente (RACat, IN2011, Australia y Dinamarca). El escenario más conservador está representado por la función de supervivencia del IN2011, que a los 5 años supone una supervivencia del 91 %, mientras que la mejor supervivencia está representada por el RACat (96 % a los 5 años).

Figura 8. Supervivencia de las prótesis primarias de rodilla estimada a partir de los registros RACat, Australia y Dinamarca, y el estudio IN2011

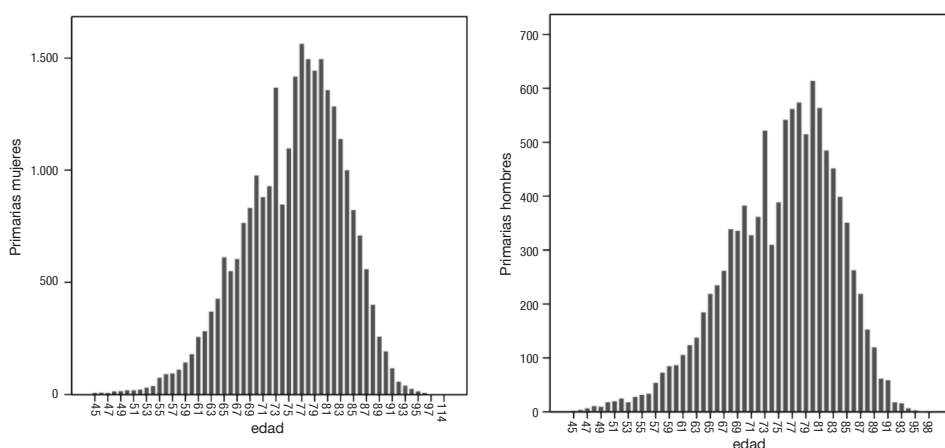


La función de supervivencia del RACat de la figura 8 representa al total de artroplastias de forma conjunta, a pesar de que en el estudio se ha utilizado un modelo de regresión multivariante de Cox para incluir el efecto de las variables edad, sexo y tipo de prótesis en la supervivencia de las prótesis. Se realizaron modelos separados para hombres y mujeres, utilizando como categoría de referencia el grupo más frecuente, que en ambos casos corresponde a los mayores de 74 años, con prótesis CR o PS. En la tabla 2 se presentan los hazard ratios para las variables y grupos del modelo de Cox.

2.5.6. Distribución de la edad de los pacientes según sexo

Para la asignación de la edad se utilizan como base los datos de las artroplastias registradas en el RACat entre 2005 y 2011. En la figura 9 se presenta la distribución de edad de hombres y mujeres mayores de 44 años con artroplastias primarias de rodilla.

Figura 9. Distribución de edad en hombres y mujeres con artroplastias primarias de rodilla entre 2005 y 2011. Datos del RACat



2.6. Fuentes de información

En la tabla 2 se presentan las diferentes fuentes de información utilizadas en este estudio, además de las distribuciones y valores de los parámetros del modelo.

Tabla 2. Fuentes de información y parámetros del modelo

Parámetro	Fuente	Distribución	Valores
Tiempo entre llegadas (1997-2011) (días)	CMBD	Cúbica	$a = -1,57485 \cdot 10^{-13}$; $b = 2,53277 \cdot 10^{-9}$; $c = -at^3 + bt^2 + ct + d$ $1,2802 \cdot 10^{-5}$; $d = 3,02238 \cdot 10^{-2}$
Tiempo entre llegadas (2012-2031) (días)		Constante	$a = 0,0099$
Proporción de artroplastias de rodilla en mujeres		Lineal	$a = -0,0057$; $b = 0,7882$ $at + b$
Tiempo hasta la muerte			$(1/\beta) \cdot \text{LN}(1 - (\beta/\alpha) \cdot \text{LN}(1 - \text{UNIF}(0,1) \cdot \text{EXP}(-\beta \cdot \text{agde})))$
Hombres		Gompertz	$\alpha = 6,3929 \cdot 10^{-5}$; $\beta = 8,71552 \cdot 10^{-2}$
Mujeres		Gompertz	$\alpha = 2,2533 \cdot 10^{-6}$; $\beta = 0,122152$
Edad	RACat		
Supervivencia de las prótesis-Escenario 1			
Hombres		Weibull	$\alpha = 0,4881378$; $\beta = 1,036773 \cdot 10^{-4}$
Mujeres		Weibull	$\alpha = 0,695196$; $\beta = 1,304694 \cdot 10^{-3}$
Hazard ratios covariantes-Escenario 1			
Hombres			
Grupo de edad			$\text{HR}(45-64) = 3,148493$; $\text{HR}(65-74) = 2,053873$; $\text{HR}(74+) = 1$
Tipo de artroplastia*			$\text{HR}(\text{Uni}/\text{Fem}) = 1,772706$; $\text{HR}(\text{CR-PS}) = 1$; $\text{HR}(\text{Otros tipos}) = 1,711763$
Mujeres			
Grupo de edad			$\text{HR}(45-64) = 2,338853$; $\text{HR}(65-74) = 1,555834$; $\text{HR}(74+) = 1$
Tipo de artroplastia*			$\text{HR}(\text{Uni}/\text{Fem}) = 2,381029$; $\text{HR}(\text{CR-PS}) = 1$; $\text{HR}(\text{Otros tipos}) = 1,432651$
Supervivencia de las prótesis-Escenario 2			
Hombres - Mujeres		Weibull	$\alpha = 0,753958$; $\beta = 8,021875 \cdot 10^{-3}$

Tabla 2. Fuentes de información y parámetros del modelo

Parámetro	Fuente	Distribución	Valores
Cantidad de procedimiento (1997-2011)	CMBD		
Artroplastias primarias			N = 431349; Media por año = 28757; SD = 9669
Artroplastias de revisión			N = 42111; Media por año = 2807; SD = 1515
Total de artroplastias			N = 473460; Media por año = 31564; SD = 11088
Ratio de mortalidad por edad y género	INE España		
Artroplastias primarias por tipo	RACat		

* Tipos de componentes que se implantan: Uni: Prótesis unicompartmental; CR: Retención del ligamento cruzado posterior; PS: Prótesis estabilizada posterior.

Resultados de la simulación

Se ha modelado y simulado el proceso de artroplastias de rodilla en el SNS, utilizando como datos de entrada los descritos en el apartado 2.5 del capítulo «Metodología», las asunciones presentadas en el apartado 2.4 del capítulo «Metodología» y las fuentes de información de la tabla 2.

Se ha simulado con dos funciones de supervivencia diferentes (IN2011 y RACat), y los resultados se han comparado con las simulaciones en las cuales se utilizaron las funciones de supervivencia de los registros de artroplastias de Australia y Dinamarca. La función de supervivencia de las prótesis de rodillas del RACat representa el escenario más optimista, mientras que el IN2011 representa el más pesimista o conservador (véase figura 8).

El principal resultado de las simulaciones corresponde al número de revisiones, primarias y total de artroplastias por año; también se presenta el porcentaje de revisiones respecto al total de artroplastias para cada año.

Todos los análisis se realizan para dos hipótesis de productividad de quirófanos, relacionadas con la cantidad máxima de primarias que se pueden realizar en una sesión de quirófano: dos o tres primarias por sesión de quirófano (véase tabla 3). En ambas hipótesis se asume que en aquellas sesiones en las cuales se realizan primarias y revisiones, no puede realizarse más que una primaria y una revisión.

Tabla 3. Hipótesis de cantidad de artroplastias primarias y revisiones por sesión de quirófano		
Hipótesis	Primarias por sesión	Primarias (P) + revisiones (R) por sesión
Hip. 1	2	1P + 1R
Hip. 2	3	1P + 1R

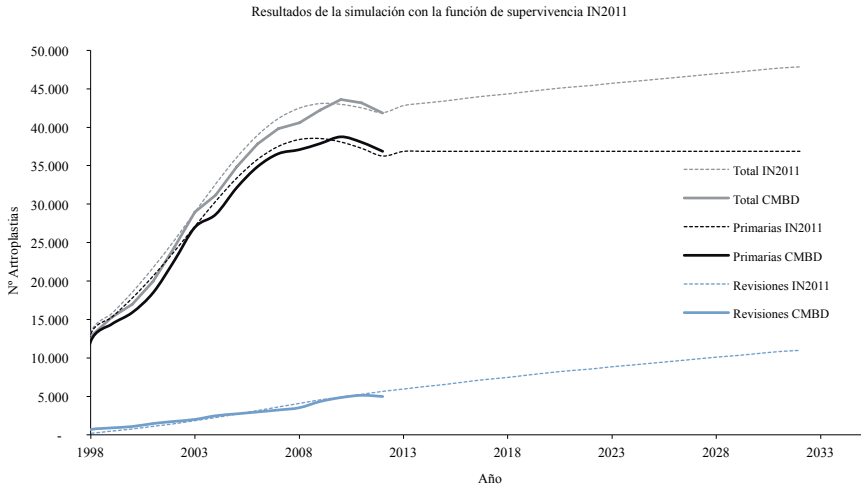
1. Resultados de la simulación del Escenario 1 (IN2011)

El modelo basal de simulación corresponde al Escenario 1 de cantidad de artroplastias y la función de supervivencia de las prótesis primarias de rodilla los datos extraídos desde el IN2011.

En la figura 10 se presenta el resultado de la simulación del modelo IN2011 comparado con los datos reales entre 1997 y 2011 del CMBD español y descritos en el apartado 2.5.1 del capítulo «Metodología». Se puede

observar el buen ajuste de las curvas del número de revisiones del modelo simulado y los datos reales del CMBD entre los años 1997 y 2011.

Figura 10. Resultado de la simulación del modelo basal. Basado en el estudio IN2011



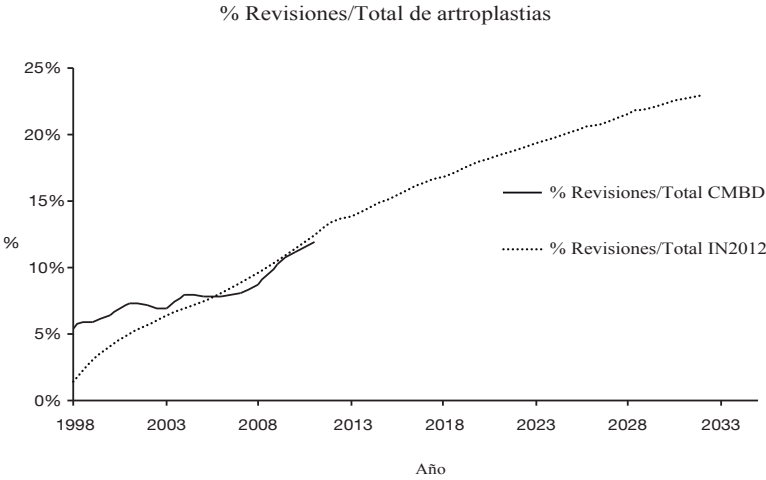
En la tabla 4 se presentan los resultados de la simulación con el modelo basal IN2011 y se presenta la variación porcentual de primarias y revisiones respecto al año 2011.

Se observa que las revisiones pasan de 5.266 en el año 2011 a 10.572 en el año 2030, representando un aumento del 100,8 %. La cantidad total de artroplastias pasaría de 42.518 en el año 2011 a 47.441 el año 2030, representando un aumento de 11,6 % en este período.

Tabla 4. Resultado de la simulación del modelo basal. IN2011					
N artroplastias IN2011 (Hip.1)	2011	2015	2020	2025	2030
Primarias	37.252	36.868	36.869	36.868	36.869
Revisiones	5.266	6.552	8.082	9.338	10.572
Total	42.518	43.420	44.951	46.206	47.441
% Revisiones/Total	12,14 %	15,1 %	18,0 %	20,2 %	22,3 %
Variación respecto al año 2011					
Primarias		-1,0 %	-1,0 %	-1,0 %	-1,0 %
Revisiones		24,4 %	53,5 %	77,3 %	100,8 %
Total		2,1 %	5,7 %	8,7 %	11,6

A continuación, en la figura 11 se presentan los resultados de la simulación con el modelo basal IN2011 a través del porcentaje de revisiones respecto al total para cada año simulado, y se compara con el porcentaje real de revisiones sobre el total obtenido de los datos del CMBD entre 1997 y 2011. En la tabla 4 se observa que manteniendo constante la demanda de artroplastias primarias de rodilla, el porcentaje de revisiones sobre el total de artroplastias primarias de rodilla pasará del 12,4 % en 2011 al 22,3 % en 2030.

Figura 11. Porcentaje de revisiones de prótesis de rodilla sobre el total con la simulación basal. Basado en datos del estudio IN2011



Nota: En 1997 la simulación de revisiones comienza en 0. Lo importante para la validez de los años simulados es que en 2011 coincidan los datos del IN2011 con los reales del CMBD.

2. Estimación de recursos necesarios con el modelo IN2011

Con el objetivo de estimar la necesidad de recursos para dar respuesta a la evolución de la demanda se generó un escenario en un contexto de un recurso específico como puede ser un hospital. A este fin se consideró una actividad en el año inicial (2011) de 100 artroplastias primarias y el porcentaje de revisiones que correspondería al 12 % observado en el CMBD de España, para este mismo año.*

* Las diferencias porcentuales entre los resultados absolutos del apartado anterior y los resultados de las simulaciones presentadas a continuación se deben a la aproximación a números enteros.

2.1. Estimación de recursos necesarios con el modelo IN2011. Simulación de 100 primarias

En primer lugar se realiza la estimación de recursos necesarios asumiendo que el número de primarias que se realiza cada año se mantiene fijo en 100, y que se conserva la relación porcentual entre revisiones y el total de artroplastias. Se analiza el efecto sobre las revisiones, el total de cirugías, las horas necesarias de tiempo quirúrgico (asumiendo las hipótesis 1 y 2 presentadas en la tabla 3), así como también la variación porcentual respecto al año 2011.

En la tabla 5 se resume la estimación de recursos necesarios con el modelo IN2011, simulando 100 primarias y asumiendo las hipótesis 1 y 2; los datos correspondientes a la hipótesis 2 se presentan entre paréntesis, los otros valores son iguales para ambas hipótesis.

Se observa que manteniendo fijas las primarias, las revisiones pasarán de 14 a 29 en el período 2011-2030, lo que representa un aumento de 103 %; el total de artroplastias se incrementará un 13 % en el mismo período, pasando de 114 a 129. Si analizamos la necesidad de sesiones vemos que aumentarán de 57 en el año 2011 a 64 en el año 2030, lo que representa un crecimiento del 13 %, mientras que las horas totales de tiempo quirúrgico necesarias pasarán de 242 a 286, representando un aumento de 18 %.

Al observar los resultados con la hipótesis 2, vemos que el único cambio respecto a los resultados de la hipótesis 1 está relacionado con la cantidad de sesiones, debido a que pasamos de hacer 2 primarias o 1 primaria y 1 revisión por sesión a 3 primarias o 1 primaria y 1 revisión. Con la hipótesis 2 la cantidad de sesiones es menor que con la hipótesis 1, pero el aumento porcentual es mayor. Con la hipótesis 2, la cantidad de sesiones pasa de 43 a 52 entre 2011 y 2030 frente a 57 y 64 en el caso anterior. El aumento porcentual es de 22,7 % frente a 12,7 % con la hipótesis 1.

Para más detalles de los cálculos se puede consultar el Anexo 1.

Tabla 5. Modelo IN2011. Estimación de recursos necesarios fijando la cantidad de artroplastias de primarias y asumiendo las hipótesis 1 (hipótesis 2)*					
IN2011. 100 primarias	2011	2015	2020	2025	2030
Primarias	100	100	100	100	100
Revisiones	14	18	22	25	29
Total cirugías	114	118	122	125	129
Total sesiones	57 (43)	59 (45)	61 (48)	63 (50)	64 (52)
Horas (tiempo quirúrgico)	242	253	266	276	286

Tabla 5. Modelo IN2011. Estimación de recursos necesarios fijando la cantidad de artroplastias de primarias y asumiendo las hipótesis 1 (hipótesis 2)* (continuación)

Variación respecto al año 2011	2011	2015	2020	2025	2030
Primarias		0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Revisiones		25,7 %	51,1 %	79,2 %	102,8 %
Total cirugías		3,2 %	6,8 %	9,8 %	12,7 %
Total sesiones		3,2 (5,7) %	6,8 (12,1) %	9,8 (17,5) %	12,7 (22,7) %
Horas (tiempo quirúrgico)		4,5 %	9,6 %	13,9 %	18,0 %

* Hipótesis 1: 2 primarias o 1 primaria + 1 revisión por sesión de quirófano.

Hipótesis 2: 3 primarias o 1 primaria + 1 revisión por sesión de quirófano.

2.2. Impacto de mantener fijos los recursos. Modelo IN2011

En este apartado se presenta el impacto en las artroplastias primarias del supuesto de mantener la cantidad de recursos fijos a partir de los recursos disponibles en el año 2011. Para representar los recursos se utiliza la cantidad de sesiones de quirófano. En esta simulación se asume también que todas las revisiones demandadas deben ser atendidas y que los recursos no utilizados en estas atenciones son los únicos disponibles para las primarias.

En la tabla 6 se resumen los resultados de asumir que los recursos (sesiones de quirófano) se mantienen fijos a partir del año 2011 bajo las hipótesis 1 y 2. Se observa que para atender todas las revisiones demandadas, la cantidad de primarias disminuirá de 100 a 85 en el período 2011-2030, lo que representa una variación del 15 % menos. El total de horas de cirugía necesarias pasará de 242 a 257 entre 2011 y 2030, lo que equivale a un aumento del 6 % respecto al año 2011. Esto se debe a que a pesar de que la disminución del número de primarias es igual a la disminución de revisiones, el tiempo necesario para ambas cirugías es diferente, ya que las primarias tardan 2 horas y las revisiones 3. El único cambio con la hipótesis 2 es la cantidad total de sesiones que se mantiene fija, este valor se presenta entre paréntesis.

Para más detalle de los cálculos se puede consultar el Anexo 2.

Tabla 6. Modelo IN2011. Impacto del supuesto de recursos fijos (sesiones) y asumiendo las hipótesis 1 y 2

IN2011. recursos fijos	2011	2015	2020	2025	2030
Primarias	100	96	92	89	85
Revisiones	14	18	22	25	29
Total cirugías	114	114	114	114	114
Total sesiones	57 (43)	57 (43)	57 (43)	57 (43)	57 (43)
Horas (tiempo quirúrgico)	242	246	250	254	257
Variación respecto al año 2011	2011	2015	2020	2025	2030
Primarias		-3,6 %	-7,8 %	-11,2 %	-14,5 %
Revisiones		25,7 %	55,1 %	79,2 %	102,8 %
Total cirugías		0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Total sesiones		0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Horas (tiempo quirúrgico)		1,5 %	3,2 %	4,6 %	6,0 %

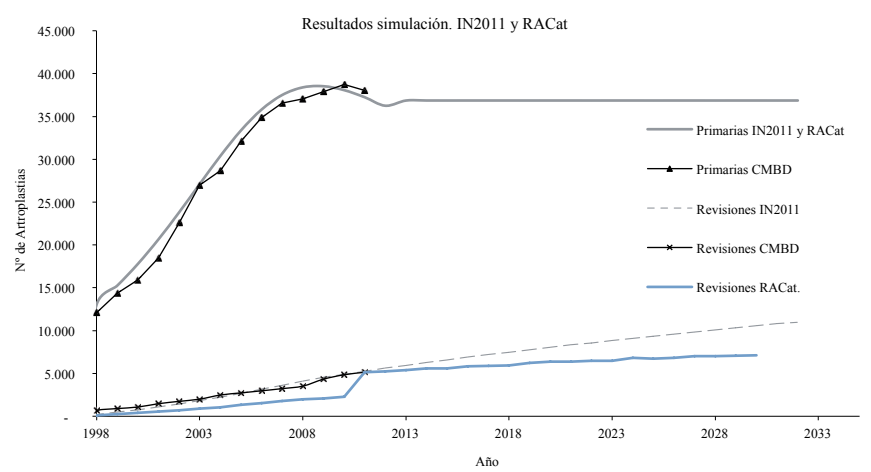
3. Resultados de la simulación con el modelo RACat

Con el objetivo de analizar el efecto de la supervivencia de las prótesis primarias en los resultados del estudio se realiza la simulación con el segundo modelo (Escenario 1/RACat), que utiliza la función de supervivencia del RACat, que según se detalla en el 4.2.5.5 incluye el efecto del sexo, edad y tipo de artroplastia.

En la figura 12 se presentan los resultados de la simulación y se comparan con los resultados del modelo IN2011 y los datos reales del CMBD, estos últimos entre 1997 y 2011.

La simulación comienza el año 1997 y los datos obtenidos hasta el año 2011 se utilizan para validar los resultados de la simulación, comparándolos con los datos reales del CMBD. Debido a que la supervivencia del RACat es mayor que la supervivencia utilizada en el modelo basal (IN2011), el resultado de la simulación no alcanza a ajustarse a los datos reales del CMBD antes del año 2011, y es por esto por lo que se realizó una recalibración de los resultados a partir de este año, lo cual puede observarse en el salto de la curva de las revisiones del modelo RACat de la figura 12.

Figura 12. Resultados de la simulación con el modelo basal IN2011 y el RACat



En la tabla 7 se comparan los resultados de la simulación con el modelo RACat con los resultados de la simulación con el modelo basal (IN2011), donde se observa que con el modelo RACat el porcentaje de revisiones respecto al total de artroplastias pasa del 12 % en el año 2011 al 16 % el año 2030. En la tabla 8 se resumen los resultados a través de la variación porcentual respecto al año 2011, donde se observa que las revisiones aumentan 38,3 % y que el total de cirugías aumenta 3,7 %.

Tabla 7. Resultados de la simulación con el modelo RACat. Número de artroplastias, porcentaje de revisiones sobre el total y variación porcentual respecto al año 2011					
Nº Artroplastias RACat	2011	2015	2020	2025	2030
Primarias	38.038	37.654	37.655	37.654	37.655
Revisiones	5.139	5.567	6.355	6.736	7.108
Total	43.177	43.221	44.010	44.390	44.763
% Revisiones/Total	11,9%	12,9%	14,4%	15,2%	15,9%
Variación respecto al año 2011	2011	2015	2020	2025	2030
Primarias		-1,0%	-1,0%	-1,0%	-1,0%
Revisiones		8,3%	23,7%	31,1%	38,3%
Total		0,1%	1,9%	2,8%	3,7%

4. Estimación de recursos necesarios con el modelo RACat

4.1. Estimación de recursos necesarios con el modelo RACat. Simulación de 100 primarias

A continuación se presenta la estimación de recursos necesarios asumiendo que las artroplastias primarias que se realizan cada año siguen fijas en 100, manteniendo la relación porcentual entre revisiones y total de artroplastias de la tabla 7 con el modelo RACat.

En la tabla 8 se observa que con el modelo RACat, si mantenemos fijas las primarias y utilizamos la hipótesis 1 respecto a la cantidad máxima de procedimientos por sesión, la cantidad de revisiones pasa de 14 a 19 entre 2011 y 2030, lo que representa un aumento del 4,7 % en la cantidad de sesiones y un 6,7 % en la cantidad de horas quirúrgicas necesarias, en comparación con el 13 % y 18 % del modelo IN2011. Los valores entre paréntesis corresponden a la simulación con la hipótesis 2, donde el cambio respecto a los resultados con la hipótesis 1 está relacionado con las sesiones totales, que pasan de 42 a 46 entre 2011 y 2030, lo que equivale a un aumento del 8,4 %. El detalle de los cálculos se presenta en el Anexo 3.

Tabla 8. Modelo RACat. Estimación de recursos necesarios fijando la cantidad de artroplastias primarias y asumiendo la hipótesis 1 (hipótesis 2)					
RACat. 100 primarias	2011	2015	2020	2025	2030
Primarias	100	100	100	100	100
Revisiones	14	15	17	18	19
Total cirugías	114	115	117	118	119
Total sesiones	57 (42)	57 (43)	58 (45)	59 (45)	59 (46)
Horas (tiempo quirúrgico)	241	244	251	254	257
Variación respecto al año 2011	2011	2015	2020	2025	2030
Primarias		0 %	0 %	0 %	0 %
Revisiones		9,4 %	24,9 %	32,4 %	39,7 %
Total cirugías		1,1 %	3,0 %	3,9 %	4,7 %
Total sesiones		1,1 (2,0) %	3,0 (5,3) %	3,9 (6,9) %	4,7 (8,4) %
Horas (tiempo quirúrgico)		1,6 %	4,2 %	5,5 %	6,7 %

4.2. Impacto de mantener fijos los recursos.

Modelo RACat

En la tabla 9 se presenta el impacto en las artroplastias primarias con el modelo RACat, bajo el supuesto de fijar los recursos disponibles a partir del año 2011 (sesiones), y atender todas las revisiones, con las hipótesis 1 y 2.

Se observa que las primarias disminuyen un 5,4 % y que las horas necesarias para satisfacer la demanda aumentan un 2,2 %. Los valores entre paréntesis representan los resultados con la hipótesis 2, con la cual varía solamente el número de sesiones fijas.

Para más detalles se puede consultar el Anexo 4.

Tabla 9. Modelo RACat. Impacto del supuesto de recursos fijos (sesiones)					
RACat. recursos fijos	2011	2015	2020	2025	2030
Primarias	100	99	97	96	95
Revisiones	14	15	17	18	19
Total cirugías	114	114	114	114	114
Total sesiones	57 (42)	57 (42)	57 (42)	57 (42)	57 (42)
Horas (tiempo quirúrgico)	241	242	244	245	246
Variación respecto al año 2011	2011	2015	2020	2025	2030
Primarias		-1,3 %	-3,4 %	-4,4 %	-5,4 %
Revisiones		9,4 %	24,9 %	32,4 %	39,7 %
Total cirugías		0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Total sesiones		0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Horas (tiempo quirúrgico)		0,5 %	1,4 %	1,8 %	2,2 %

Proyección de la cantidad de artroplastias primarias de rodilla en España

El análisis presentado en los capítulos anteriores se basa en el supuesto de que los recursos disponibles para la realización de artroplastias de rodilla se mantienen constantes a partir del año 2011, y durante todo el período de estudio (Escenario 1). Lo anterior se traduce en un número constante de cirugías primarias entre los años 2011 y 2031.

En este capítulo se presentan dos nuevos escenarios (Escenarios 2 y 3), en los cuales no se considera el supuesto anterior, sino que se estima un cambio en la cantidad anual de artroplastias primarias de rodilla en España entre los años 2011 y 2031.

En el Escenario 2 se asume que la tasa de artroplastias primarias por cada 100.000 habitantes se mantendrá constante a partir del año 2011, según el grupo de edad de los pacientes. Con este supuesto, la evolución de primarias estará relacionada directamente con la evolución de la población.

En el Escenario 3 la estimación de las artroplastias primarias se lleva a cabo utilizando un modelo lineal entre la proyección de la población y las cirugías.

A partir de la estimación del número de artroplastias primarias para cada uno de los nuevos escenarios, el procedimiento para simular la evolución de las revisiones en España hasta el año 2031 es el mismo que el presentado en los capítulos anteriores. Se utiliza un modelo de simulación de eventos discretos para estimar las cirugías de revisión de las prótesis de rodilla, evaluando el impacto de dos funciones de supervivencia de las prótesis (IN2011 y RACat).

Por último, se analiza el impacto de las artroplastias primarias y de revisión de las prótesis de rodilla en la necesidad de recursos sanitarios, representado por el tiempo de utilización de quirófano. Se comparan los resultados para los diferentes escenarios de primarias y funciones de supervivencia.

1. Escenario 2. Proyección de primarias con la tasa de cirugías por 100.000 habitantes

1.1. Proyección de artroplastias primarias a partir de la tasa de cirugías/población

La proyección de artroplastias primarias de rodilla se realiza siguiendo la metodología presentada por Birrel et al.,²⁰ que estiman la necesidad de ar-

troplastias de cadera en un horizonte de 30 años en el Reino Unido, utilizando las estimaciones de población en ese país y las tasas de artroplastias de Reino Unido y Suecia por sexo y grupo de edad.

Se estima la cantidad de artroplastias primarias que se efectuarán en España entre los años 2011 y 2031 asumiendo que la tasa de primarias por cada 100.000 habitantes se mantendrá constante en este período de tiempo y que la proyección de primarias puede realizarse a través de la evolución de la población. El análisis se hace utilizando la población de residentes en España estimada por el Instituto Nacional de Estadística.²¹

En la tabla 10 se presenta la población en España, la cantidad anual de artroplastias primarias realizadas, y la estimación de la tasa de artroplastias para cada grupo de edad y sexo en el año 2011 por cada 100.000 habitantes.

Tabla 10. Tasa de artroplastias según edad y sexo en España en el año 2011			
Grupo de edad	Población en España 2011 (1000s)	Artroplastias primarias 2011	Tasa artroplastias primarias/ 100.000 habitantes
Hombres			
45-64	5.742	2.330	40,6
65-74	1.784	4.635	259,8
>74	1.571	3.872	246,5
Total >64	3.356	8.507	253,5
Total >44	9.098	10.837	119,1
Mujeres			
45-64	5.925	4.653	78,5
65-74	2.061	11.365	551,4
>74	2.461	9.811	398,7
Total >64	4.522	21.176	468,3
Total >44	10.447	25.829	247,2
Total			
45-64	11.667	6.983	59,9
65-74	3.846	16.000	416,0
>74	4.032	13.683	339,4
Total >64	7.878	29.683	376,8
Total >44	19.545	36.666	187,6

La cantidad de artroplastias primarias de rodilla para cada grupo de edad y sexo entre 1997 y 2011 fue obtenida del CMBD.¹⁴

La estimación de artroplastias se realizó aplicando la tasa de primarias/100.000 habitantes según grupo de edad y sexo del año 2011 a la población esperada por grupo y edad en España. La población entre 2011 y 2031 se obtuvo a partir de la Proyección de población a largo plazo (2012-2052) realizada por el INE.²¹ En el Anexo 5 se presenta la población histórica y proyectada para cada grupo de edad, sexo y año por el INE en España.

En la figura 13 se presenta la población histórica (1997-2011) y estimada (2012-2031) residente en España, donde se observa una disminución de la población total a partir del año 2011 explicada principalmente por la población entre 0 y 44 años, sin embargo, este grupo no se considera en el análisis y como podemos observar en la figura 14 vemos que la población objetivo del estudio aumentará.

Figura 13. Población residente en España entre 1997 y 2031. Datos INE

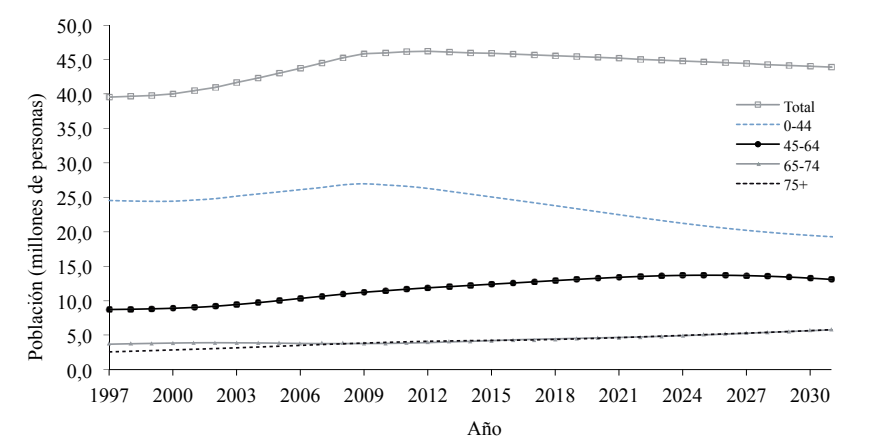
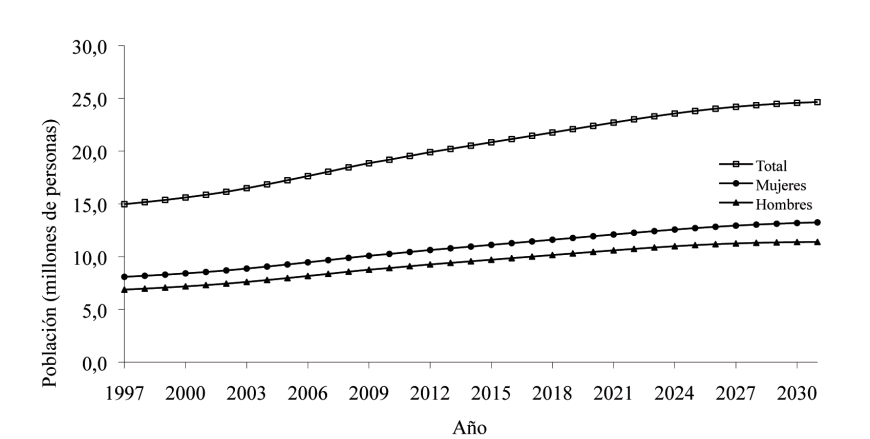


Figura 14. Población de 45 años y más residente en España entre 1997 y 2031. Datos INE



En la tabla 11 se presenta la proyección de artroplastias primarias de rodilla por grupo de edad y sexo, utilizando la tasa de cirugías por 100.000 habitantes del año 2011 en España.

Tabla 11. Artroplastias primarias de rodilla proyectadas por grupo de edad y sexo a partir de la tasa de cirugías/población (100.000 personas) del año 2011 en España						
Grupo de edad	Artroplastias primarias 2011	Artroplastias primarias proyectadas				Variación 2011-2030
		2015	2020	2025	2030	
Hombres						
45-64	2.330	2.474	2.640	2.715	2.604	12 %
65-74	4.635	5.088	5.573	6.119	6.878	48 %
>75	3.872	4.086	4.445	5.048	5.711	47 %
Total >64	8.507	9.169	10.012	11.166	12.588	48 %
Total >44	10.837	11.570	12.454	13.218	13.558	25 %
Mujeres						
45-64	4.653	4.946	5.296	5.502	5.384	16 %
65-74	11.365	12.385	13.547	14.789	16.533	45 %
>75	9.811	10.272	10.916	12.040	13.301	36 %
Total >64	21.176	22.584	24.327	26.701	29.664	40 %
Total >44	25.829	27.496	29.517	31.420	32.613	26 %
Total						
45-64	6.983	7.419	7.930	8.199	7.944	14 %
65-74	16.000	17.495	19.150	20.961	23.492	47 %
>75	13.683	14.370	15.412	17.200	19.186	40 %
Total >64	29.683	31.800	34.455	38.080	42.578	43 %
Total >44 (*)	36.666	39.086	42.011	44.658	46.099	26 %

1.2. Escenario 2: Resultados de la simulación

En este apartado se utiliza el modelo de simulación, así como también los parámetros, que fueron presentados en el apartado 2 del capítulo «Metodología». La proyección de artroplastias primarias de rodilla por grupo de edad y sexo de la tabla 11 es la que se introduce en el modelo de simulación.

A continuación se presentan los resultados de las simulaciones bajo

el Escenario 1, es decir, proyectando las artroplastias primarias de rodilla a partir de la tasa de cirugías/población para cada grupo de edad. Al igual que en los capítulos anteriores, se analiza el impacto de la supervivencia en la simulación, utilizando las funciones IN2011 y RACat.

En la figura 15 se presentan los resultados de la simulación de artroplastias primarias y de revisión del Escenario 1, asumiendo como función de supervivencia la denominada IN2011. En la figura 16 se presentan los resultados de la simulación con la función de supervivencia RACat. El sistema simulado no alcanza un nivel de saturación, y por tanto, la cantidad de cirugías primarias es igual en ambos modelos, y el cambio en la función de supervivencia solamente afecta a las cirugías de revisión de las prótesis.

En la tabla 12 se resumen los resultados de las simulaciones con ambas funciones de supervivencia, se presenta la cantidad de artroplastias primarias, revisiones y total, además de su variación porcentual respecto al año 2011. La última fila de esta tabla incluye la variación porcentual respecto al año 2011 de la necesidad de recursos para satisfacer la cantidad de artroplastias simuladas, lo cual se representa a través del tiempo quirúrgico.

Figura 15. Resultados de la simulación del Escenario 2 y función de supervivencia IN2011

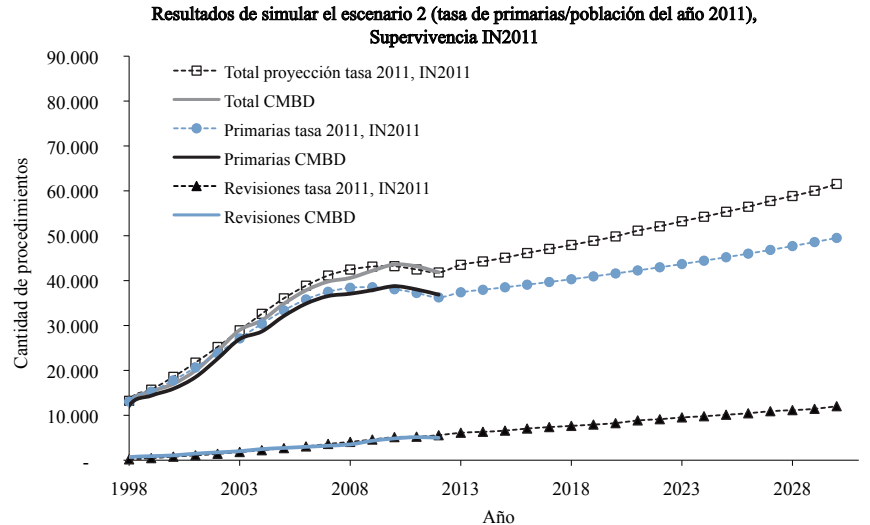


Figura 16. Resultados de la simulación del Escenario 2 y función de supervivencia RACat

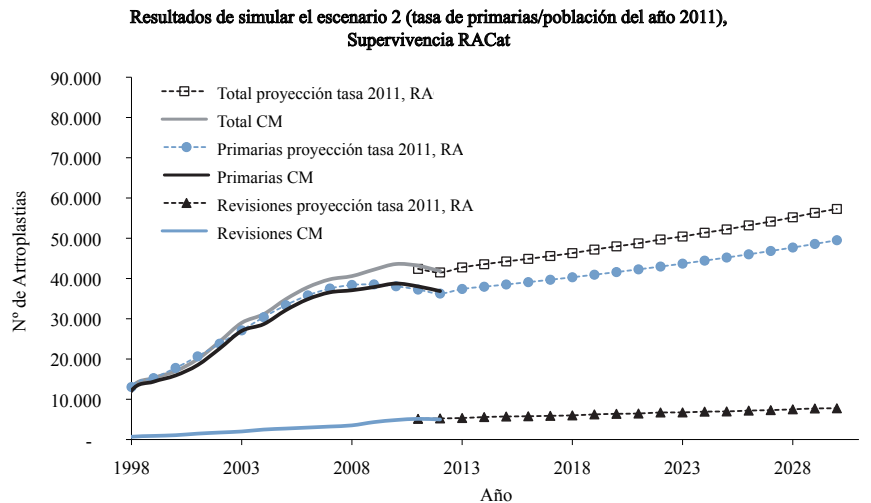


Tabla 12. Resultados de la simulación con el Escenario 2 y las funciones de supervivencia IN2011 y RACat										
	Escenario 2. Supervivencia IN2011					Escenario 2. Supervivencia RACat				
	2011	2015	2020	2025	2030	2011	2015	2020	2025	2030
Resultados de la simulación (nº de procedimientos por año)										
Primarias	37.252	38.520	41.599	45.213	49.514	37.252	38.520	41.599	45.213	49.514
Revisiones	5.232	6.585	8.249	10.128	12.028	5.139	5.721	6.390	6.981	7.764
Total procedimientos	42.484	45.105	49.848	55.341	61.542	42.391	44.241	47.989	52.194	57.278
% Revisiones / total	12,3%	14,6%	16,5%	18,3%	19,5%	12,1%	12,9%	13,3%	13,4%	13,6%
Porcentaje variación desde 2011										
Primarias	—	3,4%	11,7%	21,4%	32,9%	—	3,4%	11,7%	21,4%	32,9%
Revisiones	—	25,9%	57,7%	93,6%	129,9%	—	11,3%	24,3%	35,8%	51,1%
Total procedimientos	—	6,2%	17,3%	30,3%	44,9%	—	4,4%	13,2%	23,1%	35,1%
Tiempo quirúrgico (% variación respecto al 2011)	—	7,3%	19,7%	33,9%	49,8%	—	4,8%	13,8%	23,9%	36,0%

2. Escenario 3. Proyección de artroplastias primarias utilizando la población de mayores de 74 años

Este escenario se basa en la hipótesis de que el número de habitantes de un grupo de la población está correlacionado con el número de artroplastias primarias de rodilla y que este grupo puede ser utilizado para predecir la cantidad total de artroplastias primarias que se realizarán en el futuro en España.

Se analizó la relación entre la cantidad de artroplastias primarias de rodilla entre 1997 y 2011 y la población residente para los diferentes grupos de edad, siguiendo la metodología utilizada por Bashinskaya para predecir la utilización de artroplastias de cadera y rodilla en Estados Unidos.²²

Tanto la población de residentes en España entre los años 1997 y 2011 como la población estimada hasta el año 2031 fueron obtenidos a partir de la información proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística (INE) a través de INEbase.²¹

La cantidad de artroplastias primarias de rodilla realizadas en España entre 1997 y 2011 se obtuvo a partir de los datos del CMBD.

Se proyecta la cantidad de artroplastias primarias de rodilla para cada año entre 2011 y 2031, utilizando la población de mayores de 74 años como variable explicativa.

Para validar la hipótesis de correlación entre población y artroplastias primarias en España, el primer paso fue identificar cinco grupos de población clasificados a partir de la edad (0 a 44, 45 a 64, 65 a 74, mayores de 74 años y población total). Observando los gráficos de dispersión entre la población y la cantidad de primarias se asumió una relación lineal entre estas variables. Se calcularon los coeficientes de correlación de Pearson para determinar la fuerza de la asociación, los cuales se presentan en la tabla 13, donde se observa que la mayor correlación es entre la población mayor de 75 años y las primarias.

Tabla 13. Correlaciones de Pearson		
Grupo de población	Artroplastias primarias de rodilla	p-value
Población de 0 a 44 años	0,927	< 0,01
Población de 45 a 64 años	0,899	< 0,01
Población de 65 a 74 años	0,194	0,487
Población de 75 y más años	0,948	< 0,01
Población total	0,932	< 0,01

Posteriormente se ajustaron modelos de regresión lineal para la población de cada grupo de edad y la incidencia de artroplastias primarias, y se seleccionó el modelo con la población de mayores de 74 años. El modelo ajustado es:

$$\text{Nº de artroplastias primarias} = -33811.4 + 0.01901 * \text{población del grupo de mayores de 74 años}$$

Usando la fórmula anterior y la proyección de población de residentes en España del INE, se estimó la cantidad de artroplastias primarias de rodilla que se realizarán entre el 2012 y 2031 en España, lo cual se presenta de manera resumida en la tabla 14. Estos valores son los que se introducen en el modelo de simulación.

Tabla 14. Proyección de artroplastias primarias de rodilla utilizando la población de 75 y más años						
Proyección con población de 75 y más años	Artroplastias primarias proyectadas					Variación 2011-2030
	2011	2015	2020	2025	2030	
Cantidad de artroplastias primarias de rodilla	36.869	46.671	52.507	62.520	73.645	99,7 %

2.1. Escenario 3: Resultados de la simulación

En este apartado se presentan los resultados de la simulación de las artroplastias primarias y de revisión en España entre 2011 y 2031, utilizando el modelo de simulación de eventos discretos, y los parámetros, presentados en el apartado 2 del capítulo «Metodología».

Los resultados de la simulación con la función de supervivencia IN2011 se presentan en la figura 17, y la simulación con la supervivencia RACat se presenta en la figura 18.

Figura 17. Resultados de la simulación del Escenario 3 y función de supervivencia IN2011

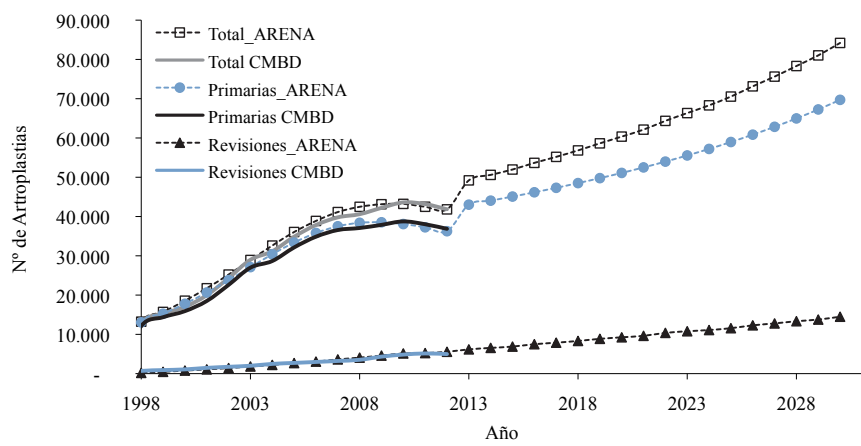
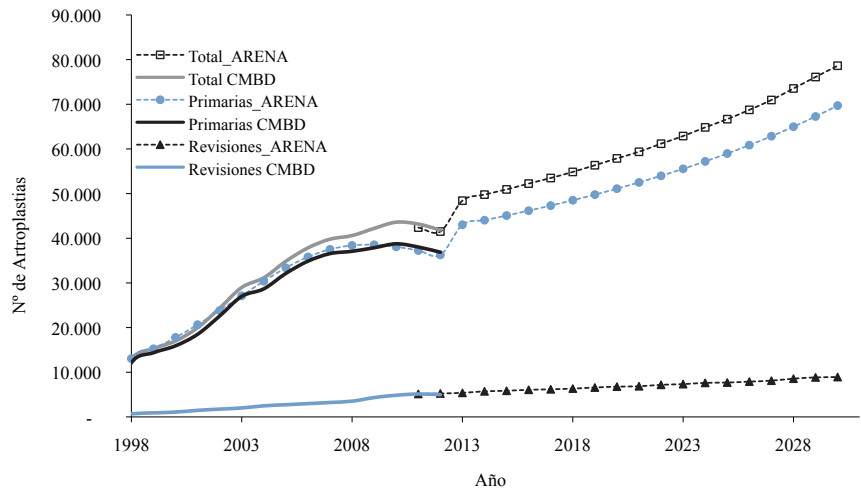


Figura 18. Resultados de la simulación del Escenario 3 y función de supervivencia RACat



En la tabla 15 se resumen los resultados de las simulaciones con ambas funciones de supervivencia, se presenta la cantidad simulada de artroplastias primarias, revisiones y total, además de su variación porcentual respecto al año 2011. La última fila de esta tabla incluye la variación porcentual respecto al año 2011 de la necesidad de recursos para realizar las artroplastias proyectadas, lo cual se representa a través del tiempo quirúrgico.

Tabla 15. Simulación con el Escenario 3 y las funciones de supervivencia IN2011 y RACat

	Escenario 3. Supervivencia IN2011					Escenario 3. Supervivencia IN2011				
	2011	2015	2020	2025	2030	2011	2015	2020	2025	2030
Resultados de la simulación (nº de procedimientos por año)										
Primarias	37.252	45.084	51.101	58.972	69.710	37.252	45.084	51.101	58.972	69.710
Revisiones	5.232	6.884	9.249	11.568	14.488	5.139	5.852	6.773	7.692	8.923
Total procedimientos	42.484	51.968	60.350	70.540	84.198	42.391	50.936	57.874	66.664	78.633
% Revisiones / total	12,3%	13,2%	15,3%	16,4%	17,2%	12,1%	11,5%	11,7%	11,5%	11,3%
Porcentaje variación desde 2011										
Primarias	—	21,0%	37,2%	58,3%	87,1%	—	21,0%	37,2%	58,3%	87,1%
Revisiones	—	31,6%	76,8%	121,1%	176,9%	—	13,9%	31,8%	49,7%	73,6%
Total procedimientos	—	22,3%	42,1%	66,0%	98,2%	—	20,2%	36,5%	57,3%	85,5%
Tiempo quirúrgico (% variación respecto al 2011)	—	22,9%	44,1%	69,2%	102,8%	—	19,8%	36,3%	56,8%	84,8%

3. Comparación de los resultados simulados

En este apartado se presenta una comparación de los resultados de las simulaciones hasta los años 2015 y 2030 considerando los tres escenarios de cantidad de artroplastias primarias, y dos funciones de supervivencia de las prótesis.

En la tabla 16 se presentan las proyecciones para el año 2015 de artroplastias primarias de rodilla, de revisión de las prótesis y el total para los tres escenarios analizados, separados según la función de supervivencia utilizada (IN2011 y RACat). En la misma tabla se presenta el porcentaje de revisiones respecto al total y la variación porcentual de primarias, revisiones y total de procedimientos respecto al año 2011. Por último, se presenta la variación porcentual del tiempo quirúrgico requerido en cada modelo, que representa el análisis de recursos necesarios para realizar las artroplastias proyectadas. En la tabla 17 se presentan los resultados para el año 2030.

Tabla 16. Resumen de resultados al año 2015 y variación porcentual respecto a 2011

	Valores al año 2015					
	Supervivencia RACat			Supervivencia IN2011		
	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
Resultados de la simulación (n° de procedimientos por año)						
Primarias	37.654	38.520	45.084	36.868	38.520	45.084
Revisiones	5.567	5.721	5.852	6.552	6.585	6.884
Total procedimientos	43.221	44.241	50.936	43.420	45.105	51.968
% Revisiones / total	12,9%	12,9%	11,5%	15,1%	14,6%	13,2%
Porcentaje cambio desde 2011						
Primarias	-1,0%	3,4%	21,0%	-1,0%	3,4%	21,0%
Revisiones	8,3%	11,3%	13,9%	24,4%	25,9%	31,6%
Total procedimientos	0,1%	4,4%	20,2%	2,1%	6,2%	22,3%
Tiempo quirúrgico (% variación respecto al 2011)*	0,6%	4,8%	19,8%	3,4%	7,3%	22,9%

* Tiempo quirúrgico requerido = (2 x primarias) + (3 x revisiones)

Tabla 17. Resumen de resultados al año 2030 y variación porcentual respecto a 2011

	Valores al año 2030					
	Supervivencia RACat			Supervivencia IN2011		
	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
Resultados de la simulación (n° de procedimientos por año)						
Primarias	37.655	49.514	69.710	36.869	49.514	69.710
Revisiones	7.108	7.764	8.923	10.572	12.028	14.488
Total procedimientos	44.763	57.278	78.633	47.441	61.542	84.198
% Revisiones / total	15,9%	13,6%	11,3%	22,3%	19,5%	17,2%
Porcentaje cambio desde 2011						
Primarias	-1,0%	32,9%	87,1%	-1,0%	32,9%	87,1%
Revisiones	38,3%	51,1%	73,6%	100,8%	129,9%	176,9%
Total procedimientos	3,7%	35,1%	85,5%	11,6%	44,9%	98,2%
Tiempo quirúrgico (% variación respecto al 2011)*	5,6%	36,0%	84,8%	16,8%	49,8%	102,8%

* Tiempo quirúrgico requerido = (2 x primarias) + (3 x revisiones)

En la tabla 18 se presenta un resumen de los resultados al año 2015 y 2030 para los tres escenarios de cantidad de primarias y las dos funciones de supervivencia de las prótesis.

Tabla 18. Resumen de resultados al año 2015 y 2030 para los tres escenarios de primarias y dos funciones de supervivencia						
	Escenario 1 - Función de supervivencia RACat			Escenario 1 - Función de supervivencia IN2011		
	2011*	2015	2030	2011*	2015	2030
Resultados de la simulación (nº de procedimientos por año)						
Primarias	38.038	37.654	37.655	37.252	36.868	36.869
Revisiones	5.139	5.567	7.108	5.266	6.552	10.572
Total de procedimientos	43.177	43.221	44.763	42.518	43.420	47.441
% Revisiones / Total	11,9 %	12,9 %	15,9 %	12,4 %	15,1 %	22,3 %
Porcentaje cambio desde 2011						
Primarias	—	-1,0 %	-1,0 %	—	-1,0 %	-1,0 %
Revisiones	—	8,3 %	38,3 %	—	24,4 %	100,8 %
Total de procedimientos	—	0,1 %	3,7 %	—	2,1 %	11,6 %
Demanda de tiempo quirúrgico						
Tiempo total (h/año) **	91.493	92.009	96.634	90.302	93.392	105.454
Porcentaje de cambio desde 2011	—	0,6 %	5,6 %	—	3,4 %	16,8 %
	Escenario 2 - Función de supervivencia RACat			Escenario 2 - Función de supervivencia IN2011		
	2011*	2015	2030	2011*	2015	2030
Resultados de la simulación (nº de procedimientos por año)						
Primarias	37.252	38.520	49.514	37.252	38.520	49.514
Revisiones	5.139	5.721	7.764	5.232	6.585	12.028
Total de procedimientos	42.391	44.241	57.278	42.484	45.105	61.542
% Revisiones / Total	12,1 %	12,9 %	13,6 %	12,3 %	14,6 %	19,5 %
Porcentaje cambio desde 2011						
Primarias	—	3,4 %	32,9 %	—	3,4 %	32,9 %
Revisiones	—	11,3 %	51,1 %	—	25,9 %	129,9 %
Total de procedimientos	—	4,4 %	35,1 %	—	6,2 %	44,9 %
Demanda de tiempo quirúrgico						
Tiempo total (h/año) **	89.921	94.203	122.320	90.200	96.795	135.112
Porcentaje de cambio desde 2011	—	4,8 %	36,0 %	—	7,3 %	49,8 %

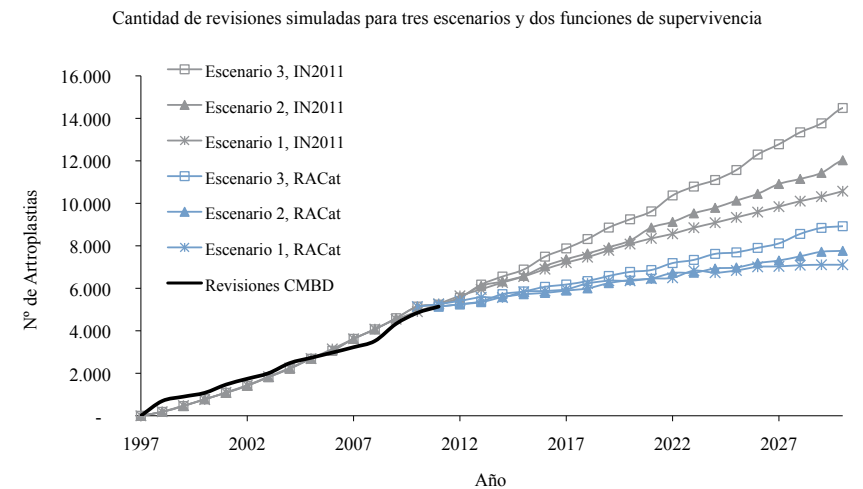
Tabla 18. Resumen de resultados al año 2015 y 2030 para los tres escenarios de primarias y dos funciones de supervivencia (continuación)						
	Escenario 3 - Función de supervivencia RACat			Escenario 3 - Función de supervivencia IN2011		
	2011*	2015	2030	2011*	2015	2030
Resultados de la simulación (nº de procedimientos por año)						
Primarias	37.252	45.084	69.710	37.252	45.084	69.710
Revisiones	5.139	5.852	8.923	5.232	6.884	14.488
Total de procedimientos	42.391	50.936	78.633	42.484	51.968	84.198
% Revisiones / Total	12,1 %	11,5 %	11,3 %	12,3 %	13,2 %	17,2 %
Porcentaje cambio desde 2011						
Primarias	—	21,0 %	87,1 %	—	21,0 %	87,1 %
Revisiones	—	13,9 %	73,6 %	—	31,6 %	176,9 %
Total de procedimientos	—	20,2 %	85,5 %	—	22,3 %	98,2 %
Demanda de tiempo quirúrgico						
Tiempo total (h/año) **	89.921	107.724	166.189	90.200	110.820	182.884
Porcentaje de cambio desde 2011	—	19,8 %	84,8 %	—	22,9 %	102,8 %

* Datos obtenidos desde el Registro de Artroplastias de Cataluña (RACat)

** Demanda de tiempo quirúrgico calculado considerando 2 horas por cada artroplastia primaria y 3 horas por cada revisión

Por último, en la figura 19 se presentan los resultados de la simulación de artroplastias de revisión de las prótesis para los tres escenarios de cantidad de primarias, y las dos supervivencias.

Figura 19. Artroplastias de revisión para los tres escenarios simulados y las dos funciones de supervivencia



Discusión

Se han realizado estimaciones a corto y largo plazo (2015 y 2030) en tres escenarios distintos de utilización de artroplastia primaria futura y dos funciones de supervivencia de las prótesis. A largo plazo hay diferencias relevantes según el escenario, no así a corto plazo. El total de procedimientos aumenta entre un 0,1 y un 22,3 % a corto plazo, y entre un 3,7 y un 102,8 % a largo plazo, según la combinación de proyecciones de primarias y funciones de supervivencia de las prótesis que se consideren. El incremento en la demanda futura de artroplastia de rodilla representa un aumento de la demanda de recursos entre un 0,6 y un 22,9 % a corto plazo, y entre un 5,6 y un 105,8 % a largo plazo. La proporción máxima de revisiones sobre el total de artroplastias es del 15,1 % a corto plazo y del 22,3 % a largo plazo.

En el contexto actual de restricciones económicas, y por tanto de no mayor disponibilidad de recursos, los esfuerzos por satisfacer la creciente demanda de la cirugía de artroplastia de rodilla observada en las últimas décadas tienen implicaciones importantes para los sistemas de prestación de asistencia sanitaria español. En Estados Unidos se prevé que el crecimiento de la demanda de la cirugía de reemplazo articular será superior a los recursos quirúrgicos y económicos disponibles, si las tasas de crecimiento históricas continúan durante las próximas dos décadas.^{23, 24}

El fuerte incremento de estas cirugías en España y en países de nuestro entorno se debe, entre otros factores, a que es una cirugía efectiva, a la ampliación de los criterios de indicación, al propio envejecimiento de la población, y a la mayor expectativa y demanda por parte de los pacientes. A consecuencia de esta evolución, se considera que puede haber un incremento muy relevante de las revisiones y por tanto de los recursos necesarios en las próximas décadas.

Este es el primer estudio que analiza el comportamiento futuro de las artroplastias de rodilla a nivel del Estado español, y permite demostrar la importancia de contar con fuentes de información poblacionales como el CMBD o el Registro de Artroplastias de Cataluña (RACat), al menos en el contexto del sistema sanitario público.²⁵

En este estudio analizamos el impacto de la función de supervivencia de las prótesis en los resultados de la simulación, observando que es un factor importante en el análisis. Utilizamos dos supervivencias obtenidas a partir de datos de Cataluña, los cuales se compararon con registros internacionales como los de Australia y Dinamarca, ambos con valores dentro del rango formado por las supervivencias IN2011 y RACat (véase figura 8).

La diferencia observada en la supervivencia entre los dos trabajos utilizados (Informe de efectividad – IN2011, y RACat) se debe a que las fuen-

tes de información son diferentes: revisión de historias clínicas en el primer caso, y envío de datos al registro desde los centros en el segundo caso, en el cual se infraestiman las revisiones. Diferencias como estas también son observadas al comparar con otros registros internacionales de artroplastias.^{17, 19, 26-32}

Si comparamos los resultados con ambas funciones de supervivencia a corto plazo (2011-2015) se observa que el número de revisiones aumentará entre 8,3 (RACat) y 24,4 % (IN2011) en el Escenario 1 de primarias, entre 11,3 y 25,9 % en el Escenario 2, y entre 13,9 y 31,6 % en el Escenario 3. A largo plazo (2011-2030) el número de revisiones se incrementará entre 38,3 y 100,8 % en el Escenario 1, entre 51,1 y 129,9 % en el Escenario 2, y entre 73,6 y 176,9 % en el Escenario 3.

La figura 19 muestra que a cinco años el impacto de la función de supervivencia (IN2011: 91,8 % de prótesis sobrevivientes a 5 años; RACat: 96,5 %) es mayor que el impacto del incremento en la cantidad de artroplastias primarias entre 2011 y 2015 (Escenario 1: 1 % de disminución en las primarias, Escenario 2: 3,4 % de aumento, Escenario 3: aumento de 21 % en las primarias).

Las simulaciones muestran que la demanda futura de recursos aumentaría entre 0,6 % (Escenario 1 y Supervivencia RACat) y 22 % (Escenario 3 y Supervivencia IN2011) en un análisis a corto plazo, y entre 5,6 % (Escenario 1 y Supervivencia RACat) y 105,8 % (Escenario 3 y Supervivencia IN2011).

A corto plazo, la máxima tasa de revisiones/total de procedimientos será 15,1 % en el Escenario 1 y Supervivencia IN2011. A largo plazo, la máxima tasa será de 22,3 % en el mismo escenario y función de supervivencia.

Nuestros análisis se han realizado bajo diversas asunciones (véase apartado 2.4 del capítulo «Metodología») y entre las principales limitaciones se puede mencionar que la edad, género y tipo de artroplastias fueron usadas como variables predictivas del riesgo de revisión, mientras que otros estudios han revelado que variables como la raza, índice de masa corporal, diabetes, procedimientos bilaterales, tipo de prótesis, y otros, deberían considerarse a la hora de analizar este riesgo, por ejemplo, en una revisión sistemática de estudios epidemiológicos de artroplastias de rodilla y cadera, se observaron disparidades en las tasas de utilización de artroplastias basadas en la raza, género y región.³³ La actividad privada de artroplastias de rodilla no fue tomada en cuenta. Tampoco consideramos los factores que influyen la variabilidad regional en la tasa de primarias y revisiones en España.³⁴

Las tendencias establecidas por los datos históricos, aunque precisas, pueden no ser aplicables en el futuro debido a las mejoras en la tecnología de los implantes, tales como materiales de apoyo o diseños innovadores. Por otra parte, es imposible prever, en la actualidad, si las futuras tecnologías de

tratamientos ortopédicos o la intervención de nuevos fármacos conducirán a una menor demanda de prótesis articulares primarias en el año 2030. Nuestro modelo tampoco incorpora cambios imprevistos en los factores económicos asociados a estas artroplastias. No está claro, por ejemplo, en qué medida los sistemas de salud serán capaces de financiar la futura demanda de artroplastias previstas en el presente estudio.

Conclusiones

En este estudio estimamos la cantidad de artroplastias primarias de rodilla en el SNS y simulamos la cantidad de revisiones y cirugías totales entre los años 2011 y 2031, comparando dos funciones de supervivencia de las prótesis y tres escenarios de utilización de artroplastia primaria futura. Los resultados de la simulación se analizaron a corto plazo (2011-2015) y largo plazo (2011-2031).

Los aumentos proyectados en la carga de revisiones y en el volumen total de artroplastias de rodilla proporcionan una base cuantitativa para las futuras decisiones políticas relacionadas con la concentración de la actividad de mayor complejidad (terciarismo), el número de cirujanos ortopédicos necesarios para realizar estos procedimientos y la cantidad de recursos necesarios para atender esta necesidad.

Teniendo en cuenta la gran cantidad de años necesarios para la formación de los cirujanos y la igualmente compleja tarea de planificación de la capacidad hospitalaria, disponer de proyecciones válidas y fiables sobre la demanda de artroplastias es crucial para los responsables políticos en el gobierno, la educación y la industria. Es importante destacar que las proyecciones de artroplastias de revisión son particularmente útiles, ya que las revisiones consumen más recursos económicos que las primarias.

En algunos países con sistemas sanitarios públicos como Canadá, Finlandia, Reino Unido y España, la demanda de artroplastias es gestionada a través de las listas de espera, y una medida de calidad importante sobre la satisfacción de la atención sanitaria en estos países es el tiempo en la lista de espera para cirugías de reemplazo articular. Por lo tanto, los datos presentados en este estudio pueden ser utilizados para definir políticas sanitarias y planificación en estos países.

Intuitivamente, pensamos que las proyecciones a largo plazo serán más propensas a los cambios inesperados que las de corto plazo. Sin embargo, esta incertidumbre de ninguna manera disminuye el valor y la necesidad de llevar a cabo proyecciones para planificar a largo plazo y para la formulación de políticas.

Este estudio establece una metodología mediante la cual es posible evaluar sistemáticamente las proyecciones de cirugía ortopédica. Debido a que los datos y el número de procedimientos proyectados puede ser actualizado con regularidad, se espera que la metodología desarrollada pueda seguir arrojando información relevante en los próximos años.

Anexos

Anexo 1. Modelo IN2011, simulación de 100 primarias

IN2011. 100 primarias (Hip. 1)	2011	2015	2020	2025	2030
2 Primarias	43 (86P)	41,1	39,0	37,3	35,7
1 Primaria + 1 Revisión	14 (14P+14R)	17,8	21,9	25,3	28,7
Total sesiones	57 (100P+14R)	58,9	61,0	62,7	64,3
Variación respecto al año 2011					
2 Primarias		-4,2%	-9,1%	-13,0%	-16,9%
1 Primaria + 1 Revisión		25,7%	55,1%	79,2%	102,8%
Total sesiones		3,2%	6,8%	9,8%	12,7%

IN2011. 100 primarias (Hip. 2)	2011	2015	2020	2025	2030
3 Primarias	28,6 (86P)	27,41	26,03	24,89	23,78
1 Primaria + 1 Revisión	14 (14P+14R)	17,77	21,92	25,33	28,67
Total sesiones	2,8 (100P+14R)	45,18	47,95	50,22	52,45
Variación respecto al año 2011					
3 Primarias		-4,2%	-9,1%	-13,0%	-16,9%
1 Primaria + 1 Revisión		25,7%	55,1%	79,2%	102,8%
Total sesiones		5,7%	12,1%	17,5%	22,7%

IN2011. 100 primarias (Hip. 1-Hip. 2)	2011	2015	2020	2025	2030
Primarias	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Revisiones	14,1	17,8	21,9	25,3	28,7
Total artroplastias	114,1	117,8	121,9	125,3	128,7
Variación respecto al año 2011					
Primarias		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Revisiones		25,7%	55,1%	79,2%	102,8%
Total artroplastias		3,2%	6,8%	9,8%	12,7%

IN2011. 100 primarias (horas) (Hip. 1-Hip. 2)	2011	2015	2020	2025	2030
Primarias	171,7	164,5	156,2	149,3	142,7
Revisiones	70,7	88,9	109,6	126,6	143,4
Total horas (tiempo quirúrgico)	242,4	253,3	265,8	276,0	286,0
Variación respecto al año 2011					
Primarias		-4,2 %	-9,1 %	-13,0 %	-16,9 %
Revisiones		25,7 %	55,1 %	79,2 %	102,8 %
Total horas (tiempo quirúrgico)		4,5 %	9,6 %	13,9 %	18,0 %

Anexo 2. Modelo IN2011, supuesto de mantener los recursos fijos

IN2011. Restricción de recursos (Hip. 1)	2011	2015	2020	2025	2030
2 Primarias	42,9	39,3	35,1	31,7	28,4
1 Primaria + 1 Revisión	14,1	17,8	21,9	25,3	28,7
Total sesiones	57,1	57,1	57,1	57,1	57,1
Variación respecto al año 2011					
2 Primarias		-8,5 %	-18,1 %	-26,1 %	-33,9 %
1 Primaria + 1 Revisión		25,7 %	55,1 %	79,2 %	102,8 %
Total sesiones		0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %

IN2011. Restricción de sesiones (Hip. 2)	2011	2015	2020	2025	2030
3 Primarias	28,6	25,0	20,8	17,4	14,1
1 Primaria + 1 Revisión	14,1	17,8	21,9	25,3	28,7
Total sesiones	42,8	42,8	42,8	42,8	42,8
Variación respecto al año 2011					
3 Primarias		-12,7 %	-27,2 %	-39,1 %	-50,8 %
1 Primaria + 1 Revisión		25,7 %	55,1 %	79,2 %	102,8 %
Total sesiones		0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %

IN2011. Restricción de recursos (Hip. 1-Hip. 2)	2011	2015	2020	2025	2030
Primarias	100,0	96,4	92,2	88,8	85,5
Revisiones	14,1	17,8	21,9	25,3	28,7
Total artroplastias	114,1	114,1	114,1	114,1	114,1
Variación respecto al año 2011					
Primarias		-3,6 %	-7,8 %	-11,2 %	-14,5 %
Revisiones		25,7 %	55,1 %	79,2 %	102,8 %
Total artroplastias		0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %

IN2011. Restricción de recursos (Hip. 1-Hip. 2)	2011	2015	2020	2025	2030
Primarias	200,0	192,7	184,4	177,6	170,9
Revisiones	42,4	53,3	65,8	76,0	86,0
Total horas (Tiempo quirúrgico)	242,4	246,0	250,2	253,6	256,9
Variación respecto al año 2011					
Primarias		-3,6%	-7,8%	-11,2%	-14,5%
Revisiones		25,7%	55,1%	79,2%	102,8%
Total horas (Tiempo quirúrgico)		1,5%	3,2%	4,6%	6,0%

Anexo 3. Modelo RACat, simulación de 100 primarias

RACat. 100 primarias (Hip. 1)	2011	2015	2020	2025	2030
2 Primarias	43 (86P)	42,6	41,6	41,1	40,6
1 Primaria + 1 Revisión	14 (14P+14R)	14,8	16,9	17,9	18,9
Total sesiones	57 (100P+14R)	57,4	58,4	58,9	59,4
Variación respecto al año 2011					
2 Primarias		-1,5 %	-3,9 %	-5,1 %	-6,2 %
1 Primaria + 1 Revisión		9,4 %	24,9 %	32,4 %	39,7 %
Total sesiones		1,1 %	3,0 %	3,9 %	4,7 %

RACat. 100 primarias (Hip. 2)	2011	2015	2020	2025	2030
3 Primarias	28,8 (86,4P)	28,4	27,7	27,4	27,0
1 Primaria + 1 Revisión	13,5 (13,5P+13,5R)	14,8	16,9	17,9	18,9
Total sesiones	42,3 (100P+13,5R)	43,2	44,6	45,3	45,9
Variación respecto al año 2011					
3 Primarias		-1,5 %	-3,9 %	-5,1 %	-6,2 %
1 Primaria + 1 Revisión		9,4 %	24,9 %	32,4 %	39,7 %
Total sesiones		2,0 %	5,3 %	6,9 %	8,4 %

RACat. 100 primarias (Hip. 1-Hip. 2)	2011	2015	2020	2025	2030
Primarias	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Revisiones	13,5	14,8	16,9	17,9	18,9
Total artroplastias	113,5	114,8	116,9	117,9	118,9
Variación respecto al año 2011					
Primarias		0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Revisiones		9,4 %	24,9 %	32,4 %	39,7 %
Total artroplastias		1,1 %	3,0 %	3,9 %	4,7 %

RACat. 100 primarias (horas) (Hip. 1-Hip. 2)	2011	2015	2020	2025	2030
Primarias	173,0	170,4	166,2	164,2	162,2
Revisiones	67,6	73,9	84,4	89,4	94,4
Total horas (Tiempo quirúrgico)	240,5	244,4	250,6	253,7	256,6
Variación respecto al año 2011					
Primarias		-1,5 %	-3,9 %	-5,1 %	-6,2 %
Revisiones		9,4 %	24,9 %	32,4 %	39,7 %
Total horas (Tiempo quirúrgico)		1,6 %	4,2 %	5,5 %	6,7 %

Anexo 4. Modelo RACat, supuesto de mantener los recursos fijos

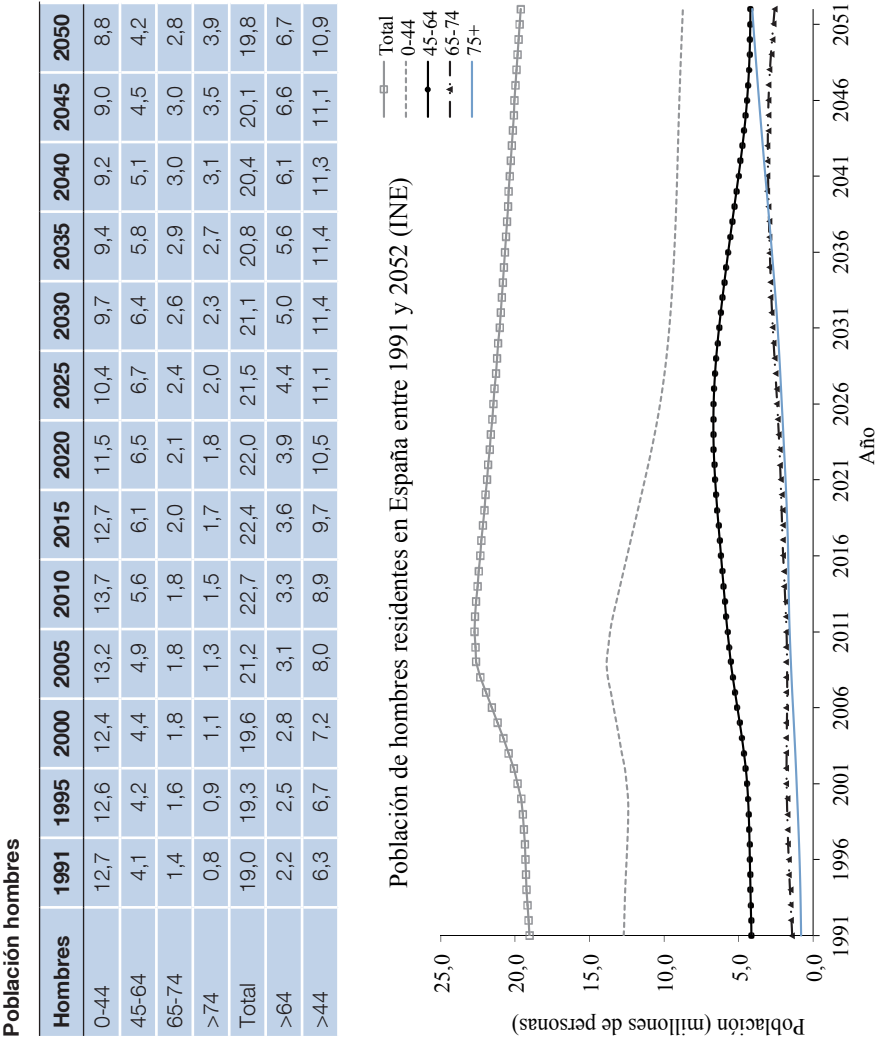
RACat. Restricción de recursos (Hip. 1)	2011	2015	2020	2025	2030
2 Primarias	43,2	42,0	39,9	38,9	37,9
1 Primaria + 1 Revisión	13,5	14,8	16,9	17,9	18,9
Total sesiones	56,8	56,8	56,8	56,8	56,8
Variación respecto al año 2011					
2 Primarias		-3%	-8%	-10%	-12%
1 Primaria + 1 Revisión		9%	25%	32%	40%
Total sesiones		0%	0%	0%	0%

RACat. Restricción de sesiones (Hip. 2)	2011	2015	2020	2025	2030
3 Primarias	28,8	27,6	25,5	24,5	23,5
1 Primaria + 1 Revisión	13,5	14,8	16,9	17,9	18,9
Total sesiones	42,3	42,3	42,3	42,3	42,3
3 Primarias		-4%	-12%	-15%	-19%
1 Primaria + 1 Revisión		9%	25%	32%	40%
Total sesiones		0%	0%	0%	0%

RACat. Restricción de recursos (Hip. 1-Hip. 2)	2011	2015	2020	2025	2030
Primarias	100,0	98,7	96,6	95,6	94,6
Revisiones	13,5	14,8	16,9	17,9	18,9
Total artroplastias	113,5	113,5	113,5	113,5	113,5
Variación respecto al año 2011					
Primarias		-1%	-3%	-4%	-5%
Revisiones		9%	25%	32%	40%
Total artroplastias		0%	0%	0%	0%

RACat. Restricción de recursos (Hip. 1-Hip. 2)	2011	2015	2020	2025	2030
Primarias	200	197	193	191	189
Revisiones	41	44	51	54	57
Total horas (Tiempo quirúrgico)	241	242	244	245	246
Variación respecto al año 2011					
Primarias		-1 %	-3 %	-4 %	-5 %
Revisiones		9 %	25 %	32 %	40 %
Total horas (Tiempo quirúrgico)		1 %	1 %	2 %	2 %

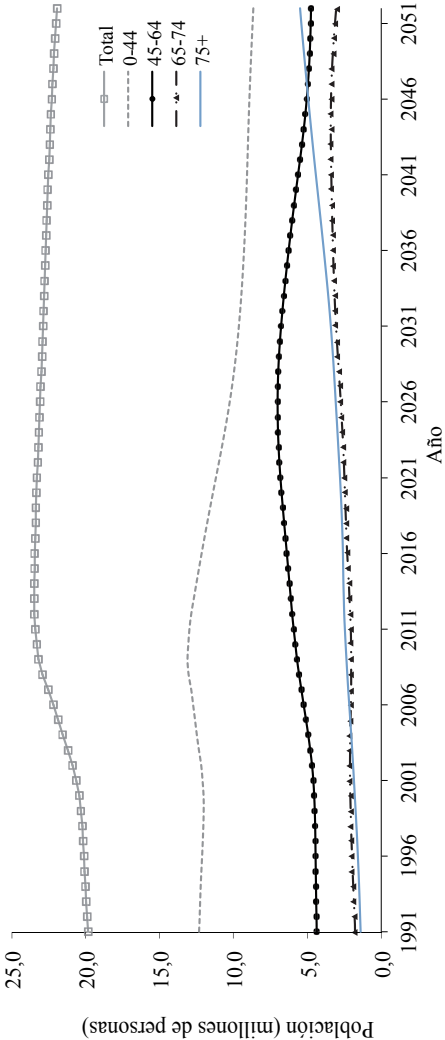
Anexo 5. Población histórica en España (1991-2012) y población estimada (2013-2051) según sexo y grupo de edad



Población mujeres

Mujeres	1991	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
0-44	12,3	12,2	12,0	12,6	13,1	12,3	11,4	10,4	9,7	9,3	9,1	9,0	8,8
45-64	4,4	4,4	4,5	5,1	5,8	6,3	6,7	7,0	6,9	6,4	5,8	5,1	4,8
65-74	1,8	1,9	2,1	2,1	2,0	2,2	2,5	2,7	3,0	3,2	3,4	3,4	3,2
>74	1,4	1,5	1,8	2,1	2,4	2,6	2,7	3,0	3,3	3,8	4,3	4,8	5,3
Total	19,8	20,1	20,4	21,9	23,3	23,5	23,3	23,1	22,9	22,7	22,6	22,3	22,1
>64	3,2	3,5	3,9	4,2	4,5	4,8	5,2	5,7	6,3	7,0	7,7	8,3	8,5
>44	7,5	7,9	8,4	9,3	10,3	11,1	11,9	12,7	13,2	13,4	13,4	13,4	13,3

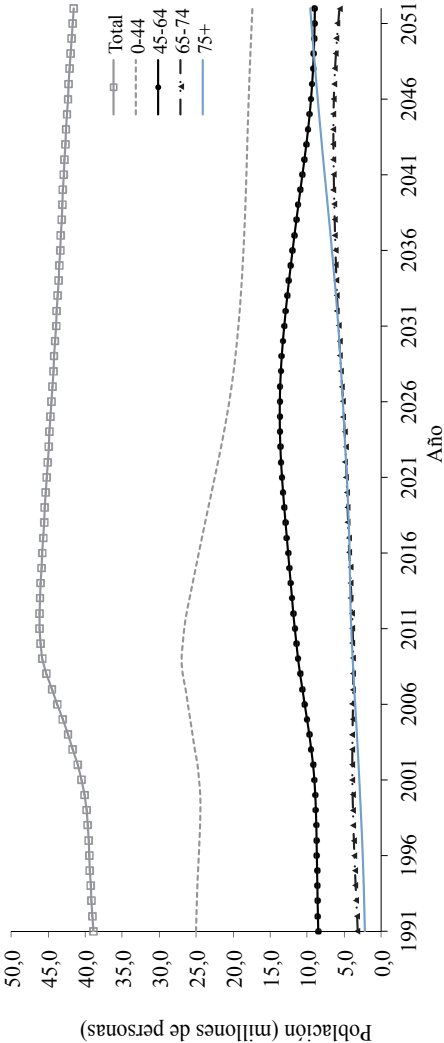
Población de mujeres residentes en España entre 1991 y 2052 (INE)



Población total

Población total	1991	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
0-44	25,0	24,7	24,4	25,8	26,8	25,1	22,9	20,9	19,5	18,7	18,3	18,0	17,6
45-64	8,5	8,7	8,9	10,0	11,4	12,4	13,2	13,7	13,3	12,2	10,9	9,7	9,0
65-74	3,2	3,5	3,9	3,8	3,8	4,2	4,6	5,0	5,6	6,1	6,4	6,4	6,0
>74	2,2	2,4	2,9	3,4	3,9	4,2	4,5	5,1	5,7	6,5	7,4	8,4	9,3
Total	38,9	39,3	40,0	43,0	46,0	45,9	45,3	44,7	44,1	43,5	43,0	42,4	41,8
>64	5,4	5,9	6,7	7,2	7,7	8,4	9,1	10,1	11,3	12,6	13,8	14,8	15,2
>44	13,9	14,6	15,6	17,2	19,2	20,8	22,4	23,8	24,6	24,8	24,7	24,5	24,3

Población de total residente en España entre 1991 y 2052 (INE)



Bibliografía

1. Kane RL, Saleh KJ, Wilt TJ, et al. *Total knee replacement. Evidence Report/Technology Assessment Number 86*. Prepared by the Minnesota Evidence-based Practice Center, Minneapolis, Minnesota. Rockville, MD: Agency for Healthcare Research and Human Services, diciembre de 2003. AHRQ Publication N° 04-E006-2.
2. Allepuz A, Serra-Sutton V, Espallargues M, Salvador X, y Pons JM. *Hip and knee arthroplasties in Catalonia (Spain) from 1994 to 2005*. Gaceta Sanitaria. 2008; 22(6):534-540.
3. Allepuz A, Serra-Sutton V, Espallargues M, y Sarria A. *Artroplastias de cadera y rodilla en el Sistema Nacional de Salud*. Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología. 2009; 53(5):290-9.
4. Carmona L, Ballina J, Gabriel R, y Laffon A. *The burden of musculoskeletal diseases in the general population of Spain: results from a national survey*. Annals of the Rheumatic Diseases. 2001; 60(11):1040-5.
5. Frankel S, Eachus J, Person N, et al. *Population requirement for primary hip-replacement surgery: a cross-sectional study*. Lancet. 1999; 353:1304-9.
6. Birrell F, Johnell O, y Silman A. *Projecting the need for hip replacement over the next three decades: influence of changing demography and threshold for surgery*. Annals of the Rheumatic Diseases. 1999; 58:569-572.
7. Kurtz S, Mowat F, Ong K, et al. *Prevalence of primary and revision total hip and knee arthroplasty in the United States from 1990 through 2002*. Journal of bone & joint surgery. 2005; 87(7):1487-97.
8. Hollocks BW. *Forty years of discrete-event simulation - a personal reflection*. Journal of the Operational Research Society. 2006; 57(12): 1383-99.
9. Taylor SJE, Eldabi T, Riley G, Paul RJ, y Pidd M. *Simulation modeling is 50! Do we need a reality check?* Journal of the Operational Research Society. 2009; 60(1):s68-s82.
10. Gunal MM, y Pidd M. *Discrete event simulation for performance modelling in health care: a review of the literature*. Journal of Simulation. 2010; 4:42-51.
11. Caro J, Moller J, y Getsios D. *Discrete event simulation: the preferred technique for health economic evaluations*. Value in Health. 2010; 13(8):1056-1060.
12. Comas M, Castells X, Hoffmeister L, et al. *Discrete event simulation applied to analysis of waiting list. Evaluation of a prioritization system for cataract surgery*. Value Health. 2008; 11(7):1203-13.
13. Mar J, Arrospide A, Comas M, *Budget Impact Analysis of Thrombolysis*

- for Stroke in Spain: A Discrete Event Simulation Model. *Value in Health*. 2010; 13(1):69-76.
14. RAcat. Registro de Artroplastias de Cataluña [Página web en Internet]. Barcelona: Agència de Qualitat i Avaluació Sanitàries de Catalunya [actualizado 12 de febrero de 2013; consultado 21 de febrero de 2014]. Disponible en: <http://aquas.gencat.cat>
 15. Allepuz A, Martínez O, Tebé C, Nardi J, Portabella F, Espallargues M. *On behalf of the Catalan Arthroplasty Register (RACat). Joint Registries as Continuous Surveillance Systems: The Experience of the Catalan Arthroplasty Register (RACat)*. *J Arthroplasty*. 2013;29(3):484-90.
 16. Portal Estadístico del SNS. <http://www.msssi.gob.es/estadEstudios/estadisticas/sisInfSanSNS/home.htm>
 17. Danish Knee Arthroplasty Register. Annual Report 2010. Aarhus-Denmark, 2010.
 18. Serra-Sutton V, López-Aguilà S, Martínez O, Espallargues M. *Artroplastias totales de cadera y rodilla en Cataluña. Efectividad y seguridad*. Barcelona: Agència d'Informació, Avaluació i Qualitat en Salut. Servei Català de la Salut. Departament de Salut. Generalitat de Catalunya; 2011.
 19. No authors listed. *Australian Orthopaedic Association National joint Replacement Registry*, Annual Report. Adelaide: AOA, 2012.
 20. Birrell F, Johnell O, Silman Alan. *Projecting the need for hip replacement over the next three decades: influence of changing demography and threshold for surgery*. *Ann Rheum Dis*. 1999; 58:569-572.
 21. INEbase. <http://www.ine.es/jaxi/menu.do?type=pcaxis&path=%2Ft20%2Fp321&file=inebase&L=0>
 22. Bashinskaya B, Zimmerman R, Walcott B, Antoci V. *Arthroplasty Utilization in the United States is Predicted by Age-Specific Population Groups*. *ISRN Orthopedics*. 2012; ID 185938.
 23. Kurtz S, Ong K, Lau E, Mowat F, Halpern M. *Projections of primary and revision hip and knee arthroplasty in the United States from 2005 to 2030*. *J Bone Joint Surg Am*. 2007; 89(4):780-5.
 24. Kurtz SM, Lau E, Ong K, Zhao K, Kelly M, Bozic KJ. *Future young patient demand for primary and revision joint replacement: national projections from 2010 to 2030*. *ClinOrthopRelat Res*. 2009; 467(10):2606-12.
 25. Allepuz A, Martínez O, Serra-Sutton V, Espallargues M. *Arthroplasty Register of Catalonia (RACat): Structure and operation*. Barcelona: Catalan Agency for Health Technology Assessment and Research. Catalan Health Service. Department of Health. Autonomous Government of Catalonia, 2008. <http://www.gencat.cat/salut/depsan/units/aatrm/html/en/dir404/doc8805.html>
 26. Paxton EW, Furnes O, Namba RS, Inacio Maria, Fenstad AM, y Ha-

- velin LI. *Comparison of the Norwegian knee arthroplasty register and a United States arthroplasty registry*. J Bone Joint Surg Am. 2011; 3:20-30.
27. No authors listed. *EFFORT Portal National Arthroplasty Register websites*. <http://www.ear.effort.org/registers.aspx> (consultado 22 Ago 2013).
 28. Necas L, Katina S, Uhlárová J. *Arthroplasty Register Survival analysis of total hip and knee replacement in Slovakia 2003-2011*. ActaChir. orthop. Traum. Čech. 2013 80(1):1-85.
 29. No authors listed. *New Zealand Joint Registry. Annual Report*. 2012.
 30. No authors listed. *Norwegian Arthroplasty Register. Annual Report*, 2010.
 31. No authors listed. *Swedish Knee Arthroplasty Register. Annual Report*, 2012.
 32. Serra-Sutton V, Allepuz A, Espallargues M, MV Pons J. *Revisión de registros de artroplastias: experiencias internacionales*. Barcelona: Agència d'Avaluació de Tecnologia i Recerca Mèdiques. Servei Català de la Salut. Departament de Salut. Generalitat de Catalunya; 2008.
 33. Singh JA. *Epidemiology of knee and hip arthroplasty: a systematic review*. The Open Orthopaedics Journal. 2011;5:80-95.
 34. Gómez-Barrena E, Padilla-Eguiluz NG, García-Rey E, Cordero-Ampuero J, García-Cimbrelo E. *Factors influencing regional variability in the rate of total knee arthroplasty*. The Knee, In Press, Corrected Proof, Disponible online 23 de marzo 2013. ISSN 0968-0160. <http://dx.doi.org/10.1016/j.knee.2013.01.003>(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0968016013000185>).

